

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 786 564

②1 N° d'enregistrement national : 98 14968

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 L 9/06, H 01 L 41/22

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.11.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 02.06.00 Bulletin 00/22.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-  
que et industriel — FR.

⑦2 Inventeur(s) : CLERC JEAN FREDERIC, JAUSSAUD  
CLAUDE, JOLY JEAN PIERRE et THERME JEAN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

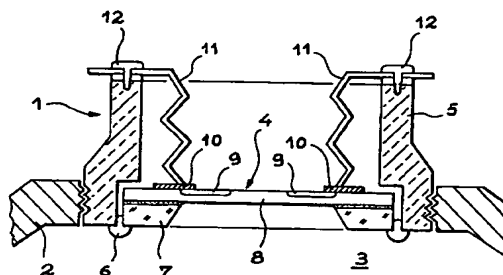
⑤4 CAPTEUR DE PRESSION A MEMBRANE COMPORTANT DU CARBURE DE SILICIUM ET PROCEDE DE  
FABRICATION.

⑤7 L'invention concerne un capteur de pression (1) capa-  
ble de fonctionner à haute température et de mesurer la  
pression d'un milieu hostile, comportant:

- un élément sensible (4) intégrant une membrane (8) et  
réalisé par micro-usinage d'un substrat, une première face  
de la membrane (8) étant destinée à être mise au contact du  
milieu, une seconde face de la membrane (8) comprenant  
des moyens de détection (9) d'une déformation de la mem-  
brane reliés à des contacts électriques (10) pour la con-  
nexion de moyens de liaison électrique (11), les surfaces de  
l'élément sensible (4) destinées à être au contact du milieu  
étant chimiquement inertes par rapport à ce milieu;

- un support (5) de l'élément sensible (4) supportant  
l'élément sensible de façon que la première face de la mem-  
brane (8) puisse être mise au contact du milieu et que la se-  
conde face de la membrane puisse être soustraite du  
contact avec le milieu, le matériau constituant le support (5)  
étant chimiquement inerte par rapport au milieu et présen-  
tant un coefficient de dilatation thermique voisin de celui de  
l'élément sensible (4);

- un cordon d'étanchéité (6) disposé entre le support (5)  
et l'élément sensible (4) pour préserver la seconde face de  
la membrane de tout contact avec le milieu.



FR 2 786 564 - A1



## CAPTEUR DE PRESSION A MEMBRANE COMPORTANT DU CARBURE DE SILICIUM ET PROCEDE DE FABRICATION

### Domaine technique

5

La présente invention concerne un capteur de pression à membrane comportant du carbure de silicium. Elle concerne également la fabrication de l'élément sensible du capteur.

10

### Etat de la technique antérieure

Les techniques de la micro-électronique permettent la réalisation de capteurs de pression miniatures par des procédés de fabrication collective. Elles procurent donc des capteurs de dimensions réduites et de faible coût. Elles permettent la réalisation sur un même support d'un capteur et de son électronique associée.

20

On connaît des capteurs de pression micro-usinés constitués d'une membrane de silicium de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. La différence de pression entre les deux faces de la membrane peut être détectée par la mesure des contraintes à l'encastrement avec des jauges piézorésistives obtenues par diffusion ou implantation ionique. Ces jauges piézoélectriques présentent une sensibilité élevée et une grande stabilité mécanique due à la structure monocristalline du silicium utilisé. On réalise l'isolation électrique entre chaque jauge et avec le substrat sur lequel elles sont élaborées par des jonctions inverses. Ceci a pour inconvénient de limiter la gamme de température de fonctionnement de ces capteurs à 125°C maximum à cause du courant de fuite élevé de la jonction inverse et d'introduire un niveau de bruit élevé (bruit thermique

25

30

35

et bruit de jonction piézoélectrique) ce qui réduit la gamme dynamique. Un autre inconvénient des jauges piézorésistives dans leur utilisation habituelle résulte de l'exposition directe de ces jauges ainsi que  
5 des métallisations correspondantes au fluide dont on veut mesurer la pression, ce qui soumet ces éléments aux effets de l'humidité et des agents corrosifs.

On connaît aussi des capteurs de pression à jauges piézorésistives enterrées dans le silicium.  
10 Cependant, ces capteurs ne sont pas utilisables pour des températures supérieures à 200°C.

On connaît aussi des capteurs de pression réalisés sur des substrats SOI (silicium-sur-isolant). Ces capteurs ne présentent pas les inconvénients dus  
15 aux courants de fuite ou au bruit à cause de la couche isolante intermédiaire. Ils peuvent être utilisés jusqu'à des températures de l'ordre de 400°C.

Les recherches s'orientent actuellement sur des techniques à base de carbure de silicium qui sont  
20 susceptibles de fournir des produits pouvant fonctionner jusqu'à des températures de l'ordre de 700°C.

Ces capteurs de pression micro-usinés sont, pour leur utilisation, encapsulés en fonction de leur  
25 destination. Les capteurs de pression pour le domaine automobile et ceux destinés à être montés sur une carte sont généralement encapsulés dans des boîtiers du type "dual-in-line" prémoulés. Certains boîtiers peuvent être faits sur mesure, en fonction de l'application  
30 visée, en concevant un logement prémoulé en matière thermoplastique pour assurer la meilleure intégration mécanique possible pour le capteur, et en utilisant la technique "dual chip" pour l'intégration de l'électronique associée. Ce type d'encapsulation offre

pratiquement peu de débouchés et la présence de matière thermoplastique impose une température maximale.

L'utilisation de capteurs de pression en milieu hostile nécessite de tenir compte des contraintes imposées par la température, la nature du fluide dont on veut mesurer la pression et en particulier son caractère corrosif. Afin de protéger la membrane du capteur de l'environnement immédiat, l'encapsulation intègre souvent un moyen de transmission hydraulique de la pression à mesurer associant par exemple de l'huile de silicone et une membrane ou un soufflet métallique. Cette solution présente l'inconvénient d'augmenter le coût du capteur. D'autre part, l'huile de silicone ne supporte pas une température supérieure à 300°C. Pour des températures plus élevées, le mercure peut être utilisé, mais il faut tenir compte de son effet nocif sur l'environnement.

En milieu hostile, l'encapsulation peut encore utiliser des matériaux tels que l'acier inoxydable et la céramique afin de protéger la partie silicium du capteur. La membrane du capteur est, quant à elle, protégée du milieu dont on veut mesurer la pression par une autre membrane qui la recouvre directement (ce qui permet un fonctionnement du capteur jusqu'à 300°C) ou par un système de transmission mécanique de la pression utilisant un diaphragme (ce qui permet un fonctionnement du capteur jusqu'à 450°C).

En résumé, certains capteurs de pression utilisant une membrane en silicium peuvent fonctionner jusqu'à des températures maximales de 300°C. En prévoyant une encapsulation spécifique pour le capteur (acier inoxydable, céramique), il est possible de protéger la partie silicium du capteur des milieux

chimiquement agressifs et d'étendre la gamme de température de fonctionnement jusqu'à 450°C.

#### Exposé de l'invention

5

La présente invention a été conçue pour remédier aux inconvénients présentés par les capteurs de pression de l'art antérieur. Elle permet la réalisation d'un capteur de pression miniature, fabriqué par des procédés de fabrication collective, compatible avec une tenue en environnement sévère (température élevée, milieu de mesure chimiquement agressif), compatible avec une encapsulation simplifiée et de faible coût de fabrication.

15

L'invention a donc pour objet un capteur de pression capable de fonctionner à haute température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant :

- un élément sensible intégrant une membrane et réalisé par micro-usinage d'un substrat, une première face de la membrane étant destinée à être mise au contact dudit milieu, une seconde face de la membrane comprenant des moyens de détection d'une déformation de la membrane reliés à des contacts électriques pour la connexion de moyens de liaison électrique, les surfaces de l'élément sensible destinées à être au contact dudit milieu étant chimiquement inertes par rapport à ce milieu ;

25

- un support de l'élément sensible supportant l'élément sensible de façon que ladite première face de la membrane puisse être mise au contact dudit milieu et que la seconde face de la membrane puisse être soustraite du contact avec ledit milieu, le matériau constituant le support étant chimiquement inerte par rapport audit milieu et

30

35

présentant un coefficient de dilatation thermique voisin de celui de l'élément sensible ;

- un cordon d'étanchéité disposé entre le support et l'élément sensible pour préserver la seconde  
5 face de la membrane de tout contact avec ledit milieu.

Si le capteur est destiné à la mesure de pression absolue, le support peut comprendre un élément de fermeture scellé afin de pouvoir faire le vide à l'intérieur du support.

10 Avantageusement, le support est en forme de tube, l'élément sensible fermant l'une des extrémités du tube, la première face de la membrane étant dirigée vers l'extérieur du tube. Il peut alors comporter un filetage permettant de le visser sur un réservoir  
15 contenant le milieu.

Le support peut être en carbure de silicium polycristallin. La membrane peut être en carbure de silicium monocristallin. La partie substrat de l'élément sensible peut être en carbure de silicium  
20 polycristallin.

Il peut être prévu une couche d'interface isolante entre la membrane et la partie substrat de l'élément sensible. Cette couche d'interface isolante peut être en un matériau choisi parmi l'oxyde de  
25 silicium, le nitrure de silicium et le silicium carboné.

Les contacts électriques équipant les moyens de détection peuvent être en un siliciure comprenant du tungstène. La connexion entre les  
30 contacts électriques et les moyens de liaison électrique peut être obtenue par un matériau de soudure supportant les températures élevées. Ce matériau de soudure peut être un siliciure comprenant du tungstène. Il peut aussi être prévu des moyens conducteurs formant

ressort pour assurer la connexion entre les contacts électriques et les moyens de liaison électrique.

Les moyens de détection peuvent comprendre au moins deux jauges piézorésistives, par exemple en  
5 carbure de silicium monocristallin.

Avantageusement, le cordon d'étanchéité est brasé entre le support et l'élément sensible.

L'invention a aussi pour objet un premier procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un  
10 élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :

- la réalisation d'une couche de carbure de  
15 silicium monocristallin sur une face d'un substrat chimiquement inerte par rapport audit milieu,

- la réalisation sur la face libre de la couche de carbure de silicium monocristallin de moyens de détection de la déformation de la membrane,

20 - la réalisation de contacts électriques sur ladite face libre pour connecter les moyens de détection à des moyens de liaison électrique,

- la formation de la membrane dudit élément sensible par élimination de matière à partir de l'autre  
25 face du substrat.

La réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin peut comprendre :

- le report d'une première couche de carbure de silicium monocristallin sur ladite face du  
30 substrat,

- le dépôt par épitaxie d'une deuxième couche de carbure de silicium monocristallin sur la première couche afin d'obtenir ladite couche de carbure de silicium monocristallin d'épaisseur contrôlée.

35

Selon ce premier procédé, la réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin peut comprendre l'utilisation d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle une  
5 couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur ladite face du substrat puis clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que ladite couche définie sur le substrat. De  
10 préférence, le clivage de la plaquette est obtenu par la coalescence des microcavités résultant d'un traitement thermique. De préférence également, le collage de ladite plaquette sur le substrat est obtenu par adhésion moléculaire.

15 Avant l'étape de réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin, une couche d'interface isolante peut être déposée sur la face du substrat sur laquelle sera réalisée ladite couche.

20 Lors de l'étape de formation de la membrane, l'élimination de matière à partir de l'autre face du substrat peut être menée par une opération choisie parmi l'usinage mécanique et la gravure chimique.

25 Si les éléments sensibles sont fabriqués collectivement à partir d'un même substrat, il peut être prévu une étape finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

L'invention a encore pour objet un deuxième  
30 procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :



- l'usinage d'un substrat pour obtenir un bossage de forme complémentaire à la forme de l'élément sensible désiré vu du côté du milieu hostile,
  - le dépôt d'une couche d'un matériau chimiquement inerte par rapport audit milieu sur le substrat côté bossage,
  - l'arasement de la couche déposée précédemment jusqu'à atteindre le sommet du bossage,
  - la réalisation d'une couche de carbure de silicium monocristallin sur le substrat côté couche arasée,
  - la réalisation sur la face libre de la couche de carbure de silicium monocristallin de moyens de détection de la déformation de la membrane,
  - la réalisation de contacts électriques sur ladite face libre pour connecter les moyens de détection à des moyens de liaison électrique,
  - la formation de la membrane dudit élément sensible par élimination du substrat initial.
- La couche de matériau chimiquement inerte déposée sur le substrat côté bossage doit être suffisamment épaisse pour assurer une bonne tenue mécanique lorsque le substrat initial aura été retiré.
- Le substrat peut être en silicium. La réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin peut comprendre :
- le report d'une première couche de carbure de silicium monocristallin sur le substrat,
  - le dépôt par épitaxie d'une deuxième couche de carbure de silicium monocristallin sur la première couche de carbure de silicium monocristallin afin d'obtenir ladite couche de carbure de silicium monocristallin d'épaisseur contrôlée.
- Avantageusement, l'étape de dépôt d'une couche d'un matériau chimiquement inerte consiste à

déposer une couche de carbure de silicium polycristallin par exemple par CVD. L'étape d'arasement peut être réalisée par polissage mécano-chimique.

Selon ce deuxième procédé, la réalisation  
5 de ladite couche de carbure de silicium monocristallin comprend l'utilisation d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle une couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur  
10 le substrat côté couche arasée puis clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que ladite couche définie sur le substrat. De préférence, le clivage de la plaquette est obtenu par la coalescence des microcavités résultant d'un traitement thermique.  
15 De préférence également, le collage de ladite plaquette sur le substrat est obtenu par adhésion moléculaire.

Avant l'étape de réalisation de ladite  
couche de carbure de silicium monocristallin, une  
couche d'interface isolante peut être déposée sur la  
20 face du substrat sur laquelle sera réalisée ladite première couche.

Lors de l'étape de formation de la  
membrane, l'élimination du substrat initial peut être  
obtenue par gravure chimique.

25 Si les éléments sensibles sont fabriqués collectivement à partir d'un même substrat, il peut être prévu une étape finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

L'invention a enfin pour objet un troisième  
30 procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :

- l'usinage d'un substrat pour obtenir un bossage de forme complémentaire à la forme de l'élément sensible désiré vu du côté du milieu hostile,
  - le dépôt d'une couche d'un matériau chimiquement inerte par rapport audit milieu sur le substrat côté bossage,
  - l'arasement de la couche déposée précédemment jusqu'à laisser subsister au-dessus du bossage l'épaisseur désirée pour la membrane,
  - la réalisation d'une couche de carbure de silicium monocristallin sur ladite couche arasée,
  - la constitution de moyens de détection à partir de la couche de carbure de silicium monocristallin,
  - la réalisation de contacts électriques pour connecter les moyens de détection à des moyens de liaison électrique,
  - la formation de la membrane de l'élément sensible par élimination du substrat initial.
- Le substrat peut être en silicium.
- Avantageusement, l'étape de dépôt d'une couche d'un matériau chimiquement inerte consiste à déposer une couche de carbure de silicium polycristallin par exemple par CVD. L'étape d'arasement peut être réalisée par polissage mécano-chimique.
- Selon ce troisième procédé, la réalisation de la couche de carbure de silicium monocristallin peut être obtenue à partir d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle ladite couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur le substrat côté couche arasée puis clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que la couche de carbure de silicium monocristallin sur le substrat. De préférence, le clivage de la plaquette est

obtenu par la coalescence des microcavités résultant d'un traitement thermique. De préférence également, le collage de ladite plaquette sur le substrat est obtenu par adhésion moléculaire.

5                   Lors de l'étape de formation de la membrane, l'élimination du substrat initial de silicium peut être obtenue par gravure chimique.

                  Une couche d'interface isolante peut être déposée sur la couche arasée avant d'y réaliser ladite  
10   couche de carbure de silicium monocristallin. Lors de la constitution des moyens de détection, la partie restante de la couche de carbure de silicium monocristallin peut être éliminée. Si le procédé est un  
15   procédé de fabrication collective d'éléments sensibles à partir d'un même substrat, il peut être prévu une étape finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

#### Brève description des dessins

20

                  L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins  
25   annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un capteur de pression à membrane, du type à pression relative, selon la présente invention,
- la figure 2 est une vue en coupe axiale  
30   d'un capteur de pression à membrane, du type à pression absolue, selon la présente invention,
- les figures 3A à 3D illustrent un premier procédé de réalisation d'éléments sensibles pour capteurs de pression selon la présente invention,

- les figures 4A à 4E illustrent un deuxième procédé de réalisation d'éléments sensibles pour capteurs de pression selon la présente invention,

5 - les figures 5A à 5C illustrent un troisième procédé de réalisation d'éléments sensibles pour capteurs de pression selon la présente invention.

#### Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

10

La figure 1 montre un capteur de pression 1, selon l'invention, monté sur un orifice ouvert dans la paroi 2 d'un réservoir (il peut s'agir d'un cylindre de moteur). L'intérieur 3 du réservoir contient un milieu hostile dont on veut mesurer la pression. Le capteur de pression 1 comprend un élément sensible 4 fixé à une extrémité d'un support 5 grâce à un cordon d'étanchéité 6.

Le support 5 est, dans cet exemple de réalisation, de forme tubulaire. Cette forme permet de le fixer aisément, par vissage, dans un logement approprié de la paroi 2 du réservoir. L'élément sensible 4 est fixé par sa périphérie à l'extrémité du support 5 située du côté du réservoir. La face de l'élément sensible située vers l'intérieur du réservoir 2 est donc soumise à la pression interne du réservoir et la face opposée de l'élément sensible est soumise à la pression externe.

L'élément sensible 4 comporte une partie périphérique 7 plus épaisse et une partie centrale plus mince ou membrane 8. L'élément sensible est prévu, en fonction de la gamme de pression à mesurer, pour que la partie périphérique 7 ne se déforme pas, ou pratiquement pas, tandis que la partie centrale ou membrane 8 va se déformer. La déformation de la

membrane 8 est détectée grâce à des éléments de détection 9, par exemple des jauges piézorésistives situées sur la face de la membrane 8 non soumise au milieu hostile. L'élément sensible 4 comprend également, sur sa face non soumise au milieu hostile, des contacts électriques 10 assurant la connexion entre les jauges piézorésistives et un circuit électronique d'exploitation des signaux délivrés par les jauges.

Cette connexion électrique doit se faire en tenant compte de la température élevée à laquelle le capteur de pression peut être soumis. On peut, comme cela est représenté sur la figure 1, utiliser un fil métallique exerçant une pression sur le contact électrique. Ainsi les fils 11, maintenus grâce à des vis en céramique 12 sur le support 5, permettent la connexion électrique avec les contacts 10 par effet ressort. On peut également souder les fils électriques sur les contacts au moyen d'une soudure supportant les hautes températures, par exemple en utilisant un matériau composé d'un siliciure comprenant du tungstène.

Le support 5 peut être réalisé à partir d'un tube de carbure de silicium. L'élément sensible peut être réalisé par l'un des procédés décrits dans la suite de la description. Au moins les jauges piézorésistives sont réalisées en carbure de silicium monocristallin.

Le cordon d'étanchéité 6 par exemple brasé entre la partie périphérique 7 de l'élément sensible et le support 5 peut être exécuté par l'un des procédés divulgués dans les documents FR-A-2 749 787 (Procédé d'assemblage à l'aide d'un joint épais de pièces en matériaux à base de SiC par brasage réfractaire et joint réfractaire et épais ainsi obtenu) ou FR-A-2 748 471 (Assemblage par brasage de matériaux

céramiques contenant du carbure de silicium). Ces procédés permettent de braser directement des éléments en carbure de silicium entre eux. On peut alors réaliser un capteur de pression haute température sans  
5 utiliser de boîtier en acier inoxydable/céramique et placer la membrane de l'élément sensible en contact direct avec le milieu dont on veut mesurer la pression. Cette solution permet de réaliser un capteur à plus faible coût et plus précis, puisqu'il n'implique pas de  
10 fonction de transfert due au boîtier.

Le capteur de pression 13 de la figure 2 comprend des éléments qui sont identiques à des éléments du capteur de la figure 1. Ces éléments portent les mêmes numéros de référence.

15 Un élément de fermeture 14, par exemple en céramique, est scellé sur l'extrémité du support 15 opposée à l'élément sensible 4. Il permet de faire le vide à l'intérieur du support. Il comporte deux passages étanches 16 permettant l'introduction à  
20 l'intérieur du support 15 de fils électriques 17 destinés à être connectés aux contacts 10. Dans cet exemple, la liaison des fils électriques 17 sur les contacts 10 se fait par des soudures haute température 18.

25 L'élément sensible peut être fabriqué de manière collective à partir d'un substrat initial. Après achèvement des différentes étapes du procédé de réalisation, le substrat final est découpé pour fournir des éléments sensibles sous forme de puces qui sont  
30 alors montés sur leurs supports.

Les figures 3A à 3D sont des vues en coupe qui illustrent un premier procédé de réalisation des éléments sensibles. Par souci de simplification, on a représenté la réalisation d'un seul élément sensible.

Ce premier procédé utilise comme substrat initial 20 (voir la figure 3A), un substrat dit passif c'est-à-dire chimiquement inerte par rapport au milieu auquel il est destiné pour en mesurer la pression. Le substrat 20 est par exemple en carbure de silicium polycristallin. Une couche d'interface isolante 21, par exemple en oxyde de silicium, a été réalisée par exemple par dépôt sur la face 22 du substrat 20. Une première couche 23 de carbure de silicium monocristallin est reportée sur la couche d'interface isolante 21. Ce report peut avantageusement être réalisé par le procédé de transfert divulgué par la demande FR-A-2 681 472. Selon ce procédé de transfert, une plaquette de carbure de silicium monocristallin est bombardée par des ions (d'hydrogène par exemple) de façon à créer à l'intérieur de la plaquette une couche de microcavités parallèle à l'une de ses faces principales. La couche de microcavités est située à une profondeur correspondant à l'épaisseur de la couche que l'on veut reporter. La plaquette est ensuite collée sur le substrat 20 de façon que la couche à reporter soit au contact de la couche d'interface 21. Le collage peut se faire par la méthode d'adhésion moléculaire. Par un traitement thermique approprié, on provoque la coalescence des microcavités et le clivage de la plaquette le long de la couche de microcavités. On obtient alors une couche 23 adhérent au substrat 20, séparée du reste de la plaquette.

Si la couche ainsi obtenue possède un dopage et une épaisseur ne permettant pas une bonne lecture de la gamme de pression par les jauges piézorésistives, on peut faire le dépôt par épitaxie d'une deuxième couche 24 de carbure de silicium monocristallin qui permet de contrôler l'épaisseur et le dopage désirés pour la membrane. Les deux couches de



carbure de silicium monocristallin seront par la suite désignées sous la seule référence 25.

Comme le montre la figure 3B, des jauges piézorésistives 26 sont alors constituées à des  
5 endroits de la couche 25 déterminés en fonction de la forme de la future membrane. Ces jauges piézorésistives sont réalisées par une méthode connue de l'homme de l'art, par exemple par implantation ionique et recuit.

On dépose ensuite sur la couche 25 une  
10 couche conductrice (par exemple un siliciure contenant du tungstène) qui est ensuite gravée pour constituer des contacts électriques 27 avec les jauges piézorésistives 26 (voir la figure 3C).

Le substrat 20 est ensuite usiné localement  
15 au droit des jauges à partir de sa face arrière jusqu'à atteindre la couche de carbure de silicium monocristallin 25 afin de constituer, pour chaque élément sensible, une membrane 28 rattachée à une partie périphérique 29. Une découpe transversale du  
20 substrat final permet de séparer les éléments sensibles (voir la figure 3D).

Les figures 4A à 4E sont des vues en coupe qui illustrent un deuxième procédé de réalisation des éléments sensibles. Pour la même raison que  
25 précédemment, on a représenté la réalisation d'un seul élément sensible.

La figure 4A montre un substrat par exemple en silicium 30 qui a été usiné, par exemple par gravure chimique, pour pourvoir sa face supérieure de bossages  
30 31 de forme tronconique. A chaque bossage 31 correspond la réalisation d'un élément sensible. On peut employer en particulier la gravure utilisant des bases (par exemple KOH), permettant à partir d'un substrat en silicium d'orientation (100) d'usiner des cavités avec  
35 des bords orientés selon les plans (111) à 54°.

On dépose ensuite, sur la face supérieure du substrat 30, une couche 32 de carbure de silicium polycristallin qui épouse la surface bosselée du substrat 30 (voir la figure 4B). La couche 32 peut être  
5 déposée grâce à une technique CVD (dépôt chimique en phase vapeur).

Le substrat ainsi recouvert est ensuite arasé, par exemple par polissage mécano-chimique, pour obtenir la structure représentée à la figure 4C. Chaque  
10 sommet de bossage est découvert et chaque bossage 31 est entouré de carbure de silicium polycristallin 32.

Comme pour le premier procédé décrit, une première couche 33 de carbure de silicium monocristallin est reportée sur le substrat arasé. Une  
15 deuxième couche 34 de carbure de silicium monocristallin peut éventuellement être épitaxiée sur la première couche 33. Les couches 33 et 34 constituent la couche 35 de carbure de silicium monocristallin (voir la figure 4D). La couche épitaxiée 34 permet de  
20 contrôler l'épaisseur de la membrane.

On forme ensuite, de la même manière que pour le premier procédé décrit, les jauges piézorésistives 36 et leurs contacts électriques 37 (voir la figure 4E). Le substrat initial en silicium 30  
25 est alors éliminé, par exemple par gravure chimique. On obtient alors des éléments sensibles comprenant une membrane 38 rattachée à une partie périphérique 39. Une découpe transversale du substrat final permet de séparer les éléments sensibles.

30 Les figures 5A à 5C sont des vues en coupe qui illustrent un troisième procédé de réalisation des éléments sensibles. Pour la même raison que précédemment, on a représenté la réalisation d'un seul élément sensible.

Ce troisième procédé débute comme le deuxième procédé. Des bossages 41 de forme tronconique sont réalisés sur la face supérieure d'un substrat 40 par exemple en silicium. Une couche 42 de carbure de silicium polycristallin est ensuite déposée par exemple par une technique CVD et arasée. Comme le montre la figure 5A, l'arasement ne concerne que la couche 42. Il peut être réalisé par polissage mécano-chimique afin de bien contrôler l'épaisseur de carbure de silicium polycristallin située au-dessus des bossages 41.

On dépose ensuite, sur la couche 42, une couche d'interface isolante 43 (par exemple en silice) comme cela est montré sur la figure 5B. Une couche de carbure de silicium monocristallin est reportée sur la couche d'interface 43 par exemple selon le procédé de transfert divulgué par le document FR-A-2 681 472 déjà cité. L'étape d'épitaxie des procédés décrits précédemment n'est pas nécessaire. Des jauges piézorésistives 44 sont formées dans cette couche de carbure de silicium monocristallin qui peut être gravée pour ne laisser subsister que les jauges.

Comme le montre la figure 5C, des contacts électriques 45 sont fournis aux jauges piézorésistives 44. Le substrat initial 40 en silicium est alors éliminé, par exemple par gravure chimique. On obtient alors des éléments sensibles comprenant une membrane circulaire 48 rattachée à une partie périphérique 49. Une découpe transversale du substrat final permet de séparer les éléments sensibles.

La mise en oeuvre dans ces trois procédés de réalisation de la méthode de transfert de couche selon le document FR-A-2 681 472 permet de réaliser une membrane comprenant du SiC monocristallin sur un substrat passif de nature différente. La membrane en SiC présente les avantages intrinsèques suivants :

inertie chimique et tenue aux environnements chimiquement agressifs, tenue à haute température, bonne tenue mécanique, bonne tenue électrique des jauges. Le substrat passif peut être choisi en fonction  
5 de l'application. Par exemple, un substrat en SiC polycristallin présentera les mêmes propriétés chimiques et mécaniques que la membrane et constitue un bon choix pour des applications en milieu hostile.

## REVENDICATIONS

1. Capteur de pression (1, 13) capable de fonctionner à haute température et de mesurer la  
5 pression d'un milieu hostile, comportant :

- un élément sensible (4) intégrant une membrane (8) et réalisé par micro-usinage d'un substrat, une première face de la membrane étant destinée à être mise au contact dudit milieu, une  
10 seconde face de la membrane comprenant des moyens de détection (9) d'une déformation de la membrane reliés à des contacts électriques (10) pour la connexion de moyens de liaison électrique (11, 17), les surfaces de l'élément sensible (4) destinées à être au contact  
15 dudit milieu étant chimiquement inertes par rapport à ce milieu ;

- un support (5, 15) de l'élément sensible (4) supportant l'élément sensible de façon que ladite première face de la membrane (8) puisse être mise au  
20 contact dudit milieu et que la seconde face de la membrane (8) puisse être soustraite du contact avec ledit milieu, le matériau constituant le support (5, 15) étant chimiquement inerte par rapport audit milieu et présentant un coefficient de dilatation thermique  
25 voisin de celui de l'élément sensible (4) ;

- un cordon d'étanchéité (6) disposé entre le support (5, 15) et l'élément sensible (4) pour préserver la seconde face de la membrane (8) de tout contact avec ledit milieu.

30 2. Capteur de pression selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le capteur (13) étant destiné à la mesure de pression absolue, le support (15) comprend un élément de fermeture (14) scellé afin de pouvoir faire le vide à l'intérieur du  
35 support.

3. Capteur de pression selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le support (5, 15) est en forme de tube, l'élément sensible (4) fermant l'une des extrémités du tube, la première face de la membrane (8) étant dirigée vers l'extérieur du tube.

4. Capteur de pression selon la revendication 3, caractérisé en ce que le support (5, 15) comporte un filetage permettant de le visser sur un réservoir (2) contenant le milieu.

5. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le support (5, 15) est en carbure de silicium polycristallin.

6. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la membrane (8) est en carbure de silicium monocristallin.

7. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la partie substrat de l'élément sensible (4) est en carbure de silicium polycristallin.

8. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est prévu une couche d'interface isolante entre la membrane (8) et la partie substrat de l'élément sensible (4).

9. Capteur de pression selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche d'interface isolante est en un matériau choisi parmi l'oxyde de silicium, le nitrure de silicium et le silicium carboné.

10. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce

que lesdits contacts électriques (10) sont en un siliciure comprenant du tungstène.

11. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce  
5 que la connexion entre les contacts électriques (10) et les moyens de liaison électrique (17) est obtenue par un matériau de soudure (18) supportant les températures élevées.

12. Capteur de pression selon la  
10 revendication 11, caractérisé en ce que ledit matériau de soudure (18) est un siliciure comprenant du tungstène.

13. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce  
15 qu'il est prévu des moyens conducteurs (11) formant ressort pour assurer la connexion entre les contacts électriques (10) et les moyens de liaison électrique.

14. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce  
20 que lesdits moyens de détection (9) comprennent au moins deux jauges piézorésistives.

15. Capteur de pression selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdites jauges piézorésistives sont en carbure de silicium  
25 monocristallin.

16. Capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que le cordon d'étanchéité est brasé entre le support et l'élément sensible.

17. Procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :

30

- la réalisation d'une couche (25) de carbure de silicium monocristallin sur une face d'un substrat (20) chimiquement inerte par rapport audit milieu,

5                   - la réalisation sur la face libre de la couche (25) de carbure de silicium monocristallin de moyens de détection (26) de la déformation de la membrane,

10                   - la réalisation de contacts électriques (27) sur ladite face libre pour connecter les moyens de détection (26) à des moyens de liaison électrique,

- la formation de la membrane (28) dudit élément sensible par élimination de matière à partir de l'autre face du substrat (20).

15                   18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que la réalisation de ladite couche (25) de carbure de silicium monocristallin comprend :

20                   - le report d'une première couche de carbure de silicium monocristallin sur ladite face du substrat (20),

25                   - le dépôt par épitaxie d'une deuxième couche (24) de carbure de silicium monocristallin sur la première couche (23) afin d'obtenir ladite couche (25) de carbure de silicium monocristallin d'épaisseur contrôlée.

30                   19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que la réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin comprend l'utilisation d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle une couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur ladite face du substrat (20) puis clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que ladite  
35                   couche définie sur le substrat.



20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le clivage de la plaquette est obtenu par la coalescence des microcavités résultant d'un traitement thermique.

5 21. Procédé selon l'une des revendications 19 ou 20, caractérisé en ce que le collage de ladite plaquette sur le substrat (20) est obtenu par adhésion moléculaire.

10 22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, caractérisé en ce que, avant l'étape de réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin (25), une couche d'interface isolante (21) est déposée sur la face (22) du substrat (20) sur laquelle sera réalisée ladite couche (25).

15 23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 22, caractérisé en ce que, lors de l'étape de formation de la membrane (28), l'élimination de matière à partir de l'autre face du substrat est menée par une opération choisie parmi l'usinage  
20 mécanique et la gravure chimique.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 23, caractérisé en ce que, les éléments sensibles étant fabriqués collectivement à partir d'un même substrat, il est prévu une étape  
25 finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

25. Procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute  
30 température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :

- l'usinage d'un substrat (30) pour obtenir un bossage (31) de forme complémentaire à la forme de l'élément sensible désiré vu du côté du milieu hostile,

- le dépôt d'une couche (32) d'un matériau chimiquement inerte par rapport audit milieu sur le substrat (30) côté bossage (31),
  - l'arasement de la couche (32) déposée  
5 précédemment jusqu'à atteindre le sommet du bossage (31),
  - la réalisation d'une couche (35) de carbure de silicium monocristallin sur le substrat côté couche arasée,
  - 10 - la réalisation sur la face libre de la couche (35) de carbure de silicium monocristallin de moyens de détection (36) de la déformation de la membrane,
  - la réalisation de contacts électriques  
15 (37) sur ladite face libre pour connecter les moyens de détection (36) à des moyens de liaison électrique,
  - la formation de la membrane (38) dudit élément sensible par élimination du substrat initial.
26. Procédé selon la revendication 25, caractérisé en ce que ledit substrat (30) est en silicium.
27. Procédé selon l'une des revendications 25 ou 26, caractérisé en ce que la réalisation de ladite couche (35) de carbure de silicium  
25 monocristallin comprend :
- le report d'une première couche (33) de carbure de silicium monocristallin sur le substrat,
  - le dépôt par épitaxie d'une deuxième couche (34) de carbure de silicium monocristallin sur  
30 la première couche (33) de carbure de silicium monocristallin afin d'obtenir ladite couche (35) de carbure de silicium monocristallin d'épaisseur contrôlée.
28. Procédé selon l'une quelconque des  
35 revendications 25 à 27, caractérisé en ce que l'étape

de dépôt d'une couche (32) d'un matériau chimiquement inerte consiste à déposer une couche de carbure de silicium polycristallin.

29. Procédé selon l'une quelconque des  
5 revendications 25 à 28, caractérisé en ce que l'étape d'arasement est réalisée par polissage mécano-chimique.

30. Procédé selon l'une des revendications  
25 ou 26, caractérisé en ce que la réalisation de  
ladite couche (33) de carbure de silicium  
10 monocristallin comprend l'utilisation d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle une couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur le substrat (30) côté couche arasée  
15 puis clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que ladite couche définie sur le substrat.

30. Procédé selon la revendication 29,  
caractérisé en ce que le clivage de la plaquette est  
obtenu par la coalescence des microcavités résultant  
20 d'un traitement thermique.

31. Procédé selon l'une des revendications  
29 ou 30, caractérisé en ce que le collage de ladite  
plaquette sur le substrat est obtenu par adhésion  
moléculaire.

32. Procédé selon l'une quelconque des  
25 revendications 25 à 31, caractérisé en ce que, avant l'étape de réalisation de ladite couche de carbure de silicium monocristallin (35), une couche d'interface isolante est déposée sur la face du substrat sur  
30 laquelle sera réalisée ladite couche.

33. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 25 à 32, caractérisé en ce que  
l'élimination du substrat initial (30) est obtenue par  
gravure chimique.

34. Procédé selon l'une quelconque des revendications 25 à 33, caractérisé en ce que, les éléments sensibles étant fabriqués collectivement à partir d'un même substrat, il est prévu une étape  
5 finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

35. Procédé de fabrication par micro-usinage d'au moins un élément sensible à membrane pour capteur de pression capable de fonctionner à haute  
10 température et de mesurer la pression d'un milieu hostile, comportant les étapes suivantes :

- l'usinage d'un substrat (40) pour obtenir un bossage (41) de forme complémentaire à la forme de l'élément sensible désiré vu du côté du milieu hostile,
- 15 - le dépôt d'une couche (42) d'un matériau chimiquement inerte par rapport audit milieu sur le substrat (40) côté bossage (41),

- l'arasement de la couche (42) déposée précédemment jusqu'à laisser subsister au-dessus du  
20 bossage (41) l'épaisseur désirée pour la membrane,

- la réalisation d'une couche de carbure de silicium monocristallin sur ladite couche arasée,

- la constitution de moyens de détection (44) à partir de la couche de carbure de silicium  
25 monocristallin,

- la réalisation de contacts électriques (45) pour connecter les moyens de détection (44) à des moyens de liaison électrique,

- la formation de la membrane (48) de  
30 l'élément sensible par élimination du substrat initial.

36. Procédé selon la revendication 35, caractérisé en ce que ledit substrat (40) est en silicium.

37. Procédé selon l'une des revendications  
35 35 ou 36, caractérisé en ce que l'étape de dépôt d'une

couche (42) d'un matériau chimiquement inerte consiste à déposer une couche de carbure de silicium polycristallin.

38 Procédé selon l'une quelconque des  
5 revendications 35 à 37, caractérisé en ce que l'étape d'arasement est réalisée par polissage mécano-chimique.

39. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 35 à 38, caractérisé en ce que la  
réalisation de ladite couche de carbure de silicium  
10 monocristallin est obtenue à partir d'une plaquette de carbure de silicium monocristallin dans laquelle ladite couche a été définie par une couche de microcavités générées par implantation ionique, ladite plaquette étant collée sur le substrat côté couche arasée puis  
15 clivée au niveau de la couche de microcavités pour ne conserver que la couche de carbure de silicium monocristallin sur le substrat.

40. Procédé selon la revendication 39,  
caractérisé en ce que le clivage de la plaquette est  
20 obtenu par la coalescence des microcavités résultant d'un traitement thermique.

41. Procédé selon l'une des revendications  
39 ou 40, caractérisé en ce que le collage de ladite  
plaquette sur le substrat est obtenu par adhésion  
25 moléculaire.

42. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 35 à 41, caractérisé en ce que  
l'élimination du substrat initial est obtenue par  
gravure chimique.

43. Procédé selon l'une quelconque des  
30 revendications 35 à 42, caractérisé en ce qu'une couche d'interface isolante (43) est déposée sur la couche arasée avant d'y réaliser ladite couche de carbure de silicium monocristallin.

44. Procédé selon l'une quelconque des revendications 35 à 43, caractérisé en ce que, lors de la constitution des moyens de détection (44), la partie restante de la couche de carbure de silicium monocristallin est éliminée.

45. Procédé selon l'une quelconque des revendications 35 à 44, caractérisé en ce que, le procédé étant un procédé de fabrication collective d'éléments sensibles à partir d'un même substrat (40), il est prévu une étape finale de découpe du substrat pour obtenir des éléments sensibles séparés.

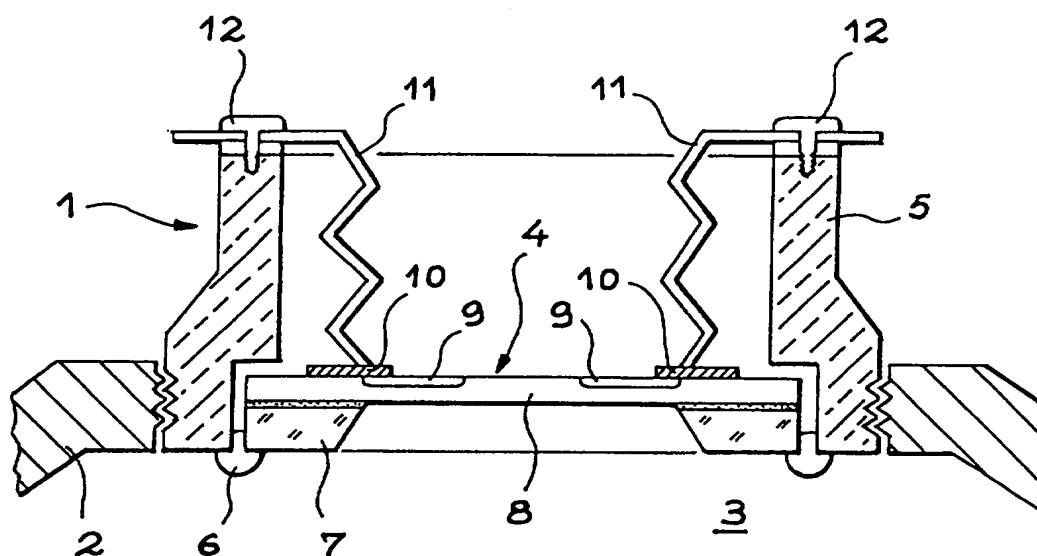


FIG. 1

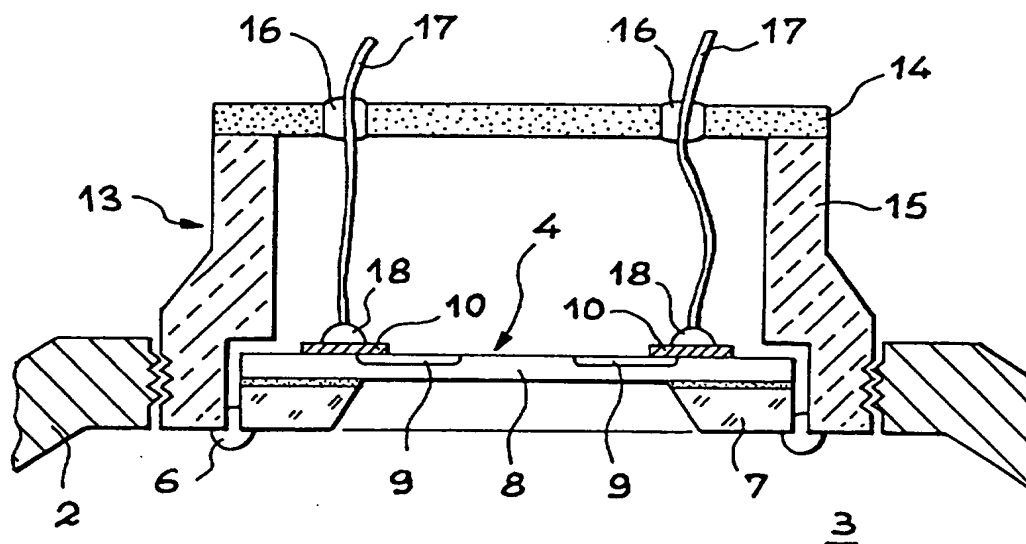


FIG. 2

2 / 4

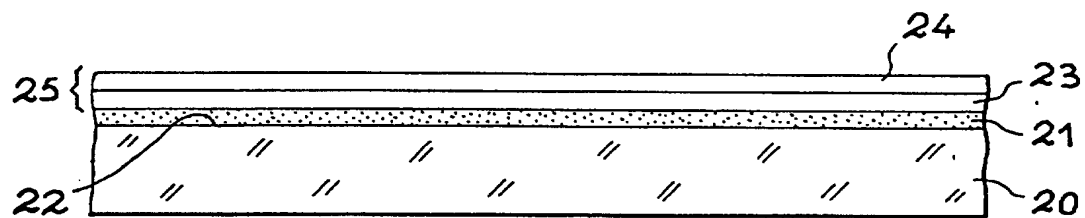


FIG. 3 A

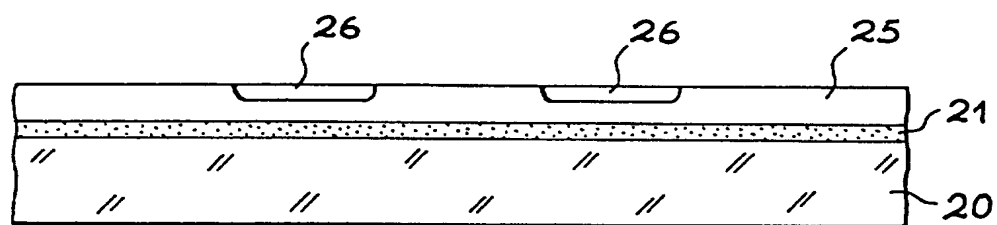


FIG. 3 B

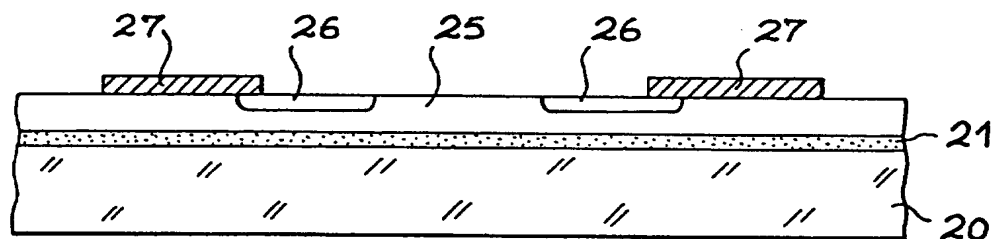


FIG. 3 C

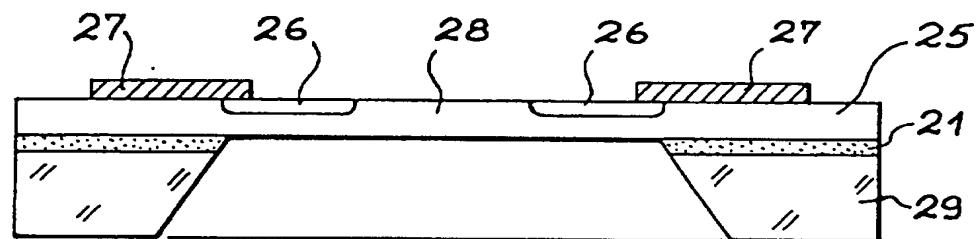


FIG. 3 D



3/4

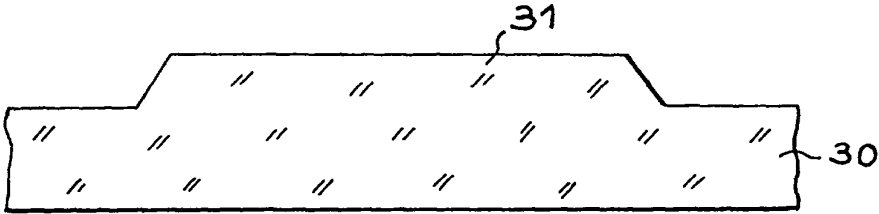


FIG. 4 A

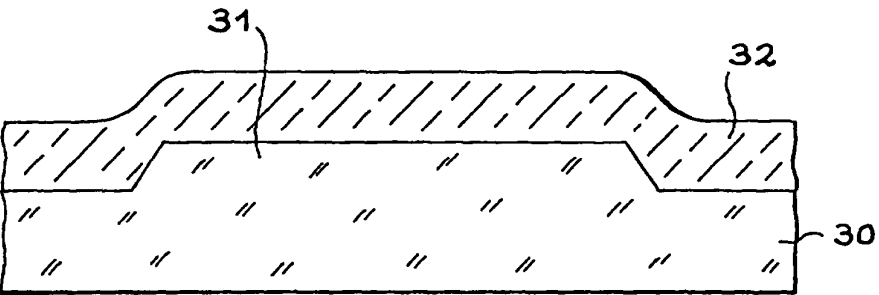


FIG. 4 B

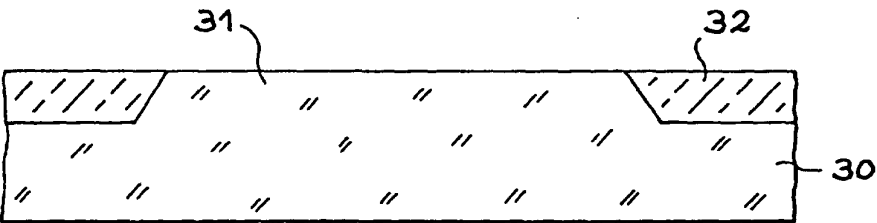


FIG. 4 C

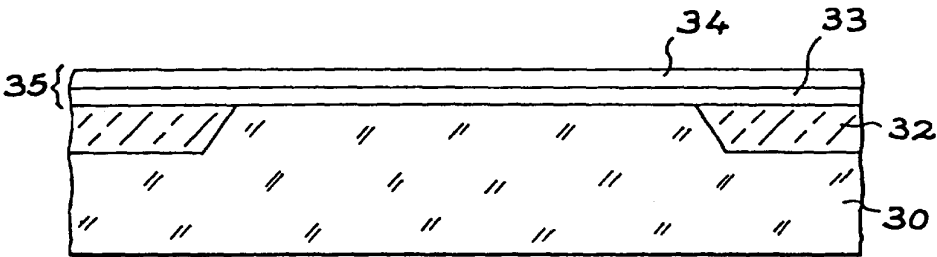


FIG. 4 D

4 / 4

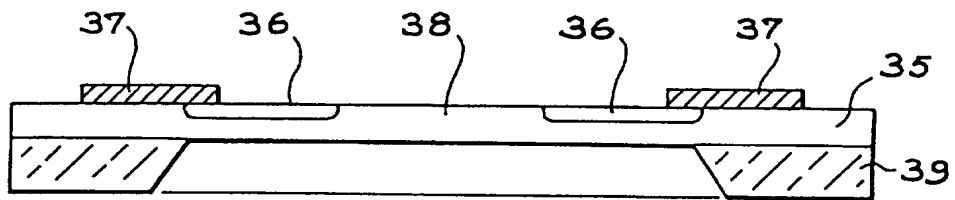


FIG. 4 E

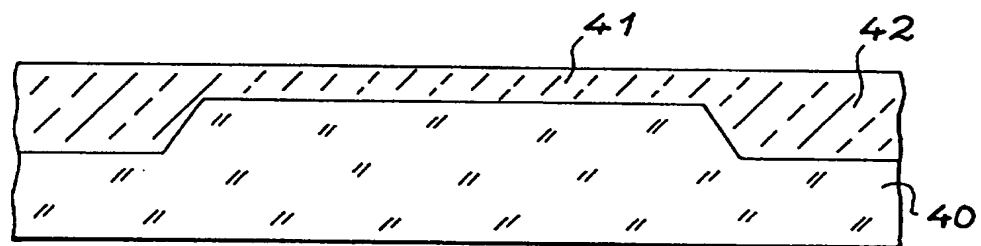


FIG. 5 A

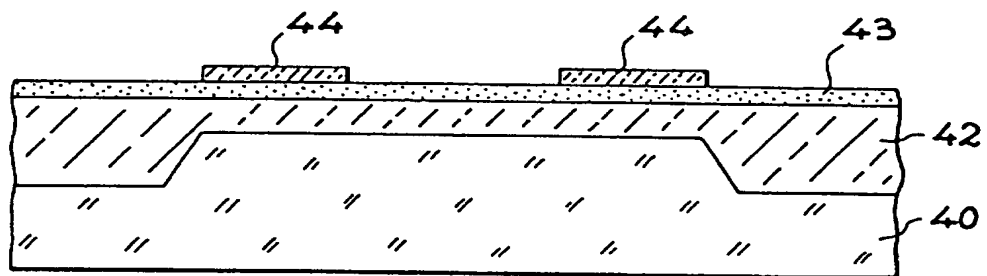


FIG. 5 B

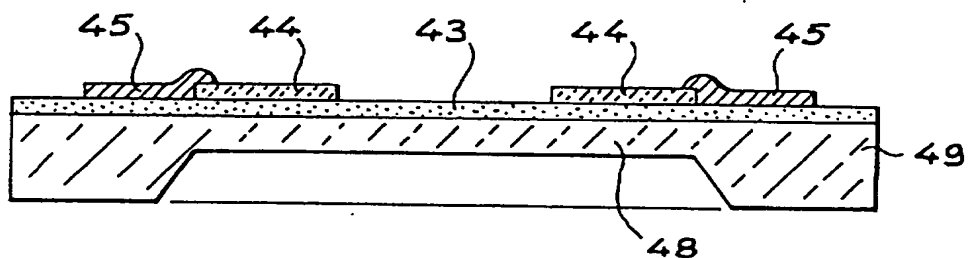


FIG. 5 C

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 565471  
FR 9814968

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 4 898 035 A (YAJIMA YASUHI TO ET AL) 6 février 1990 (1990-02-06)	1-3
A	* colonne 4, ligne 48 - colonne 6, ligne 31; figures 1,5 *	5-7
X	US 4 894 635 A (YAJIMA YASUHITA ET AL) 16 janvier 1990 (1990-01-16)	1-4, 10-12,14
A	* colonne 4, ligne 44 - ligne 60; figure 5 *	15
A	DE 196 01 791 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 juillet 1997 (1997-07-24)	8,9
A	* revendications; figures 2-6 *	
A	US 5 230 248 A (CUCCI GERALD R ET AL) 27 juillet 1993 (1993-07-27)	16
A	* revendication 1; figures *	
X	US 5 549 006 A (KURTZ ANTHONY D) 27 août 1996 (1996-08-27)	17
X	* colonne 3, ligne 52 - ligne 64; figures 1,5B *	
D,A	FR 2 681 472 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 19 mars 1993 (1993-03-19)	19,30,39
D,A	* le document en entier *	
A	US 5 095 401 A (MORRISON JR RICHARD H ET AL) 10 mars 1992 (1992-03-10)	25,35
A	* revendication 21; figures *	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
11 août 1999		Nöbrega, R
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		



⑫ **EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

④⑤ Date of publication of patent specification :  
**23.08.95 Bulletin 95/34**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup> : **G01L 7/08, G01L 9/00,**  
**G01L 19/00**

②① Application number : **91203009.5**

②② Date of filing : **19.11.91**

⑤④ **Pressure transducer with strain gauge for fitting on the end flange of a pipeline or of a casing and assembly unit implementing same.**

③① Priority : **29.11.90 FR 9015252**

④③ Date of publication of application :  
**03.06.92 Bulletin 92/23**

④⑤ Publication of the grant of the patent :  
**23.08.95 Bulletin 95/34**

⑧④ Designated Contracting States :  
**DE DK GB IT NL**

⑤⑥ References cited :  
**EP-A- 0 138 397**  
**US-A- 4 527 430**

⑦③ Proprietor : **SOFITECH N.V.**  
**Atlantic House**  
**Noorderlaan 147**  
**B-2030 Antwerpen (BE)**

⑦② Inventor : **Yvinec, André**  
**46 rue Llogler**  
**F-42100 Saint Etienne (FR)**

⑦④ Representative : **Richebourg, Michel François**  
**et al**  
**Schlumberger Dowell**  
**Dowell Patent and Licensing Dept.**  
**26, rue de la Cavée**  
**F-92142 Clamart Cedex (FR)**

Note : Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid (Art. 99(1) European patent convention).

## Description

The present invention relates to the technical field concerned with measuring the pressure of liquid, gaseous, or even pasty fluids, inside a containment or circulation network, such as circuits or pipelines for supplying, routing or delivering any given fluid to a storage, user or consuming installation.

By way of a preferred application, the invention relates, more particularly, to the field of pressure measurement inside the casings of drilled wells or those for the exploitation of petroleum products.

In that domain, USP 4 527 430 describes a sensor comprising a piston-spring assembly.

That document discloses a pressure transducer to be clamped onto the flange of a pipeline and having a peripheral collar defining two supporting faces the plane of which is perpendicular to the rotational axis of the transducer body.

Another class of pressure transducer uses a membrane which is sensitive to pressure. That said prior art class of sensors shall be discussed herebelow.

In order to measure the pressure of a given fluid occupying the casing of a well, in particular an oil well, it is customary to use an assembly of the type illustrated in figure 1, which is a schematic representation of the prior art. Such an assembly makes use of a casing 1, the upper end of which is provided with a flange 2 externally comprising fitting means 3 which are, preferably, constituted by an external screw thread.

The casing 1 delimits, internally and substantially in the plane of the flange, a rim 4 to support a seal 5 which is of the annular type, compact and elastically deformable. Rim 4 is joined, via a frustoconical bearing face 6 to the transverse edge 7 of flange 2.

The assembly includes a pressure transducer 8, the body of which forms a base 9 which is of the annular type, closed by a membrane 10 for receiving or carrying a sensor 11 having a strain gauge connected by leads 12 to a signal processing installation. The annular base 9 comprises a plane 13 against which seal 5 bears and is compressed. Plane 13 is joined to a spherical bearing face 14 designed to cooperate for centering, or for sealing, with bearing face 6 through the action of an immobilizing or clamping member 15 acting via a rim 16 upon a supporting surface 17 of the base.

Preferably, member 15 is formed by a nut that can be screwed onto flange 2.

After installation, the tightening of member 15 takes the form, in the first place, of axial displacement of the transducer to the point of causing seal 5 to be compressed sufficiently to permit bearing faces 6 and 14 whose function it is to centre the transducer inside flange 2 to be placed in contact. The appropriate tightening effect required to obtain the above two func-

tions can be applied either using a spanner or using a sledge-hammer, as is common practice on site.

The result of maximum tightening producing an axial pressure via rim 16 is that of placing the body of the transducer under stress by reason of the cooperation between bearing faces 6 and 14. Indeed, the axial tightening force in the direction of arrow f1 produces a radial stress in the direction of arrows f2 on annular base 9, so that membrane 10 is caused to flex in the direction of arrow f3. To this should be added a torsional stress applied to base 9 by clamping member 15.

It will be appreciated that these stresses, which cannot be assessed precisely owing to the lack of control over the conditions of tightening and the state of the surfaces in contact, make it necessary to take steps to calibrate or ensure the effective zero setting of the strain gauge deformed by the flexion of membrane 10.

In practice, the means used to attempt to calibrate or zero set the transducer do not make it possible to counter a drift in the measurements which provide results that are not reproducible in time, even when conditions of measurement are identical.

A form of hysteresis is thus usually noted in the response curve of the pressure measurements between an increasing pressure measurement phase and a decreasing pressure measurement phase. This hysteresis is chiefly due to the occurrence of sliding with friction between base 9 and frustoconical bearing face 6.

Furthermore, there is usually noted, in the course of successive measurements, a drift in the zero setting of the sensor signal whatever the calibration conditions selected.

The impossibility of controlling such data leads to erratic results which cannot be considered reliable in fields of application in which accuracy of the measurement result makes it possible to deduce the start, existence or end of an operating process, or again, the degree of tightness of a containment enclosure in which it is essential to be able to detect any possible leak.

The present invention aims to overcome the above drawbacks by providing a novel pressure transducer, having a strain gauge, specifically designed to be fitted to the end flange of a pipeline or casing, in such a way as to permit the establishment of pressure measurements that can be conducted with great accuracy, without leading to the occurrence of any substantial hysteresis factor or any zero drift.

To achieve the aforementioned objectives, the invention proposes a pressure transducer, having a strain gauge for fitting on the end flange (2) of a pipeline or of a casing (1), of the type including a cylindrical body (8) forming, perpendicular to the rotational axis (y-y') of the body (8), an elastically deformable membrane (10) bearing a sensor (11) having a strain

gauge, connected to electric leads (12), and the cylindrical body having on one side of this membrane (10) an annular base (9) having a frustoconical surface (24) which is joined to a circular centering portion (25) for cooperation with a seal (5) and on the other side of this membrane a protective envelope (21) surrounding said sensor (11), characterized in that the cylindrical body (8) externally comprises an outwardly extending peripheral collar (22) defining two supporting faces (23.1 and 23.2) the planes of which are perpendicular to the rotational axis (y-y') of the cylindrical body (8), one of the faces (23.1) being kept for contact with the upper section of the flange (2), while the other face (23.2) is designed to cooperate with an external clamping member (15) for clamping the cylindrical body (8) to the flange (2) by forcing the collar (22) downwardly against the said upper section of the flange (2), and in that the collar (22) is configured such that a clearance (26) between the frustoconical surface (24) of the cylindrical body (8) and the correspondingly frustoconical upper part (6) of the casing (1) / flange (2) avoids any contact other than by the collar (22).

Various other characteristics will emerge from the description that follows with reference to the annexed drawings which show, by way of non-limitative examples, forms of embodiment of the object of the invention.

Figure 1 is an elevational cross-section of a pressure transducer assembly according to prior art, Figure 2 is an elevational cross-section illustrating a first form of embodiment of the invention, Figure 3 is an elevational cross-section analogous to figure 2, illustrating another form of embodiment of the invention, Figure 4 is an elevational cross-section showing, on a larger scale, a detail of embodiment according to a variant of figure 3, Figure 5 is a partial elevational cross-section illustrating the preferred embodiment of the object of the invention.

According to the first example of embodiment illustrated by figure 2, the object of the invention is to permit the mounting of a pressure transducer 20 on a pipeline 1 comprising a flange 2, provided, for example, with connecting means 3 designed to cooperate with a clamping member 15, constituted preferably by a screwable nut. As in the prior art, flange 2 internally delimits a bearing rim 4 for a seal 5. The rim 4 is connected to plane transverse edge 7 by a frustoconical surface, of the type of surface 6 of the prior art.

Rim 4, edge 7 and supporting face 16 of nut 15 define planes parallel to one another that are perpendicular to the axis x-x' of pipeline 1.

The pressure transducer according to the invention can be considered as having a structure analogous to that of the prior art in that it comprises a body

8 defining a base 9 closed by an elastically deformable membrane 10 designed to support the strain gauge based sensor protected by a cylindrical envelope 21.

In the case of the invention, body 8 is designed to comprise, externally and concentrically to base 9 and envelope 21, a peripheral collar 22 defining two supporting faces, lower and upper respectively, 23<sub>1</sub> and 23<sub>2</sub>. The planes of faces 23<sub>1</sub> and 23<sub>2</sub> are perpendicular to the axis of revolution y-y' of body 8. Lower face 23<sub>1</sub> is extended by a frustoconical surface 24 which is joined to a circular centering portion 25 designed to fit inside seal 5. Surface 24 is made to have a clearance 26 in the order of a few tenths of a millimeter in relation to surface 6, when lower supporting face 23<sub>1</sub> cooperates with the transverse edge 7 of flange 2.

Collar 22 can be formed to extend substantially in the plane of membrane 10 or in proximity thereto.

The pressure transducer is mounted ensuring, first of all, that seal 5 is fitted against rim 4, and then engaging body 8 in such a way as to introduce centering portion 25 inside seal 5 to apply face 23<sub>1</sub> to edge 7 of flange 2.

Clamping member 15 is then put in place so that its fitting on means 3 causes face 16 to exert a pressure effect on face 23<sub>2</sub> in such a way as to force collar 22 against flange 2 parallel to the axes of symmetry y-y', x-x'.

Efficient, even excessive, tightening of nut 15, by all suitable means, even if not orthodox, such as those frequently used on site, can result only in an application of compressive stress to collar 22 between supporting and clamping faces that are parallel to one another and perpendicular to axes y-y', x-x'.

In this way, membrane 10 is protected from radial or pseudo-radial stress, is not subjected to any stress resulting from tightening and is thus in a neutral state on the basis of which calibration can be carried out in order to obtain a stable point of origin for measurements.

As member 10 is not subjected to any prestressing, it is also possible to carry out increasing pressure measurements and decreasing pressure measurements which, for the same scale values, produce little or no hysteresis factor.

In the example according to figure 2, transducer body 8 is mounted centered on flange 2, in particular in a pre-mounting position, via the centering portion 25 cooperating with seal 5. In this way, it is possible to achieve an assembly that accurately maintains clearance 26 between surfaces 6 and 24, in order to prevent punctual contact from giving rise, at the time of tightening, to the setting up of stresses applied to base 9 and transmitted by the latter to membrane 10.

Figure 3 shows another form of embodiment wherein collar 22 is formed, not directly by body 8, as in the preceding example, but via a ring 30 which is

fitted on coaxially and is free to rotate on the outside of body 8 until coming into axial abutment with a shoulder 31 of the latter.

Such a form of embodiment permits angular orientation of body 8, even in a pre-tightening position, given that the axial, but also angular, immobilisation of collar 22 through the action of member 15 is transmitted only to ring 30.

The coaxial fitting of body 8 onto pipeline 1 can be ensured, as already mentioned, via centering portion 25 extending base 9 to be introduced into seal 5. A variant of the means capable of ensuring such coaxial relationship is illustrated in figure 4, which shows that base 9, possibly without a centering portion 25, is placed coaxially in relation to pipeline 1 via a frustoconical bearing face 32 formed on the base, and back from the peripheral edge, of collar 22 of ring 30.

As can be seen in figure 4, mounting the pressure transducer on flange 2 ensures, through cooperation between bearing face 32 and surface 6, centering of ring 30, which ensures that of body 8 bearing by the transverse face of base 9 on seal 5.

This form of embodiment is characterized by the existence of a single tightening contact between the body of the transducer and the external parts, more particularly between the opposite faces of shoulder 31 and collar 22. Such an assembly removes the compressive stresses applied to the transducer body which can be reversibly deformed in the absence of friction, which eliminates any hysteresis factor.

Figure 5 illustrates the preferred form of embodiment, wherein ring 30 is axially immobilized on body 8 between shoulder 31 and a circlip type retaining ring or similar 35, removably mounted in a groove 36 in cylindrical envelope 21. In this example of embodiment, ring 30 always forms the collar 22 which is, preferably, of sufficient axial height to surround shoulder 31 directly joined to surface 24. The base of collar 22 comprises, in the area of junction between its inner peripheral face and transverse face 23, a lip 37 forming a frustoconical bearing face capable of cooperating with seat 6 to ensure the centering of body 8 in abutment with seal 5.

The invention is not limited to the examples described and represented, as various modifications can be made thereto without departing from the scope of the claims.

## Claims

1. Pressure transducer having a strain gauge for fitting on the end flange (2) of a pipeline or of a casing (1), of the type including a cylindrical body (8) forming, perpendicular to the rotational axis (y-y') of the body (8), an elastically deformable membrane (10) bearing a sensor (11) having a strain

gauge, connected to electric leads (12), and the cylindrical body having on one side of this membrane (10) an annular base (9) having a frustoconical surface (24) which is joined to a circular centering portion (25) for cooperation with a seal (5) and on the other side of this membrane a protective envelope (21) surrounding said sensor (11), **characterized in that** the cylindrical body (8) externally comprises an outwardly extending peripheral collar (22) defining two supporting faces (23.1 and 23.2) the planes of which are perpendicular to the rotational axis (y-y') of the cylindrical body (8), one of the faces (23.1) being kept for contact with the upper section of the flange (2), while the other face (23.2) is designed to cooperate with an external clamping member (15) for clamping the cylindrical body (8) to the flange (2) by forcing the collar (22) downwardly against the said upper section of the flange (2), and in that the collar (22) is configured such that a clearance (26) between the frustoconical surface (24) of the cylindrical body (8) and the correspondingly frustoconical upper part (6) of the casing (1) or flange (2) avoids any contact other than by the collar (22).

2. Pressure transducer according to claim 1, **characterized in that** the collar (22) forms an integral part of the body (8).
3. Pressure transducer according to claim 1, characterized by the fact that the collar (22) is constituted by a ring (30) fitted on coaxially and free to rotate on the body (8), in abutment against a shoulder (31) of the base (9).
4. Pressure transducer according to claim 3, characterized in that the ring (20) is immobilized axially against the shoulder (31) by a retaining ring (35).
5. Pressure transducer according to claim 3 or 4, characterized in that the collar (22) forms a centering lip (32).
6. Pressure transducer according to claims 3 or 4, characterized in that the ring (30) comprises a centering ring (32, 37) suitable for cooperating with a frustoconical surface (6) on the casing (1) that is complementary to the frustoconical surface (24) of the body (8).

## Patentansprüche

1. Druckgeber mit einer Dehnungsmeßeinrichtung zum Anbringen an dem Endflansch (2) einer Rohrleitung oder einer Ummantelung (1) von

dem Typ, welcher einen zylindrischen Körper (8) umfaßt, der orthogonal zu der Drehachse (y-y') des Körpers (8) eine elastisch verformbare Membran (10) bildet, welche einen mit elektrischen Leitungen (12) verbundenen, eine Dehnungsmeßeinrichtung aufweisenden Sensor (11) trägt, wobei der zylindrische Körper an einer Seite der Membran (10) eine ringartige Basis (9) mit einer kegelstumpfförmigen Oberfläche (24) aufweist, welche mit einem kreisförmigen Zentrierungsabschnitt (25) zum Zusammenwirken mit einer Dichtung (5) und an der anderen Seite der Membran einer den Sensor (11) umgebenden Schutzumhüllung (21) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zylindrische Körper (8) außen einen sich nach außen erstreckenden Umfangsbund (22) umfaßt, welcher zwei Auflageflächen (23<sub>1</sub> und 23<sub>2</sub>) festlegt, deren Ebenen orthogonal zu der Drehachse (y-y') des zylindrischen Körpers (8) sind, wobei eine der Flächen (23<sub>1</sub>) für den Kontakt mit dem oberen Abschnitt des Flansches (2) vorgesehen ist, während die andere Fläche (23<sub>2</sub>) dazu ausgebildet ist, mit einem äußeren Festklemmelement (15) zum Festklemmen des zylindrischen Körpers (8) an dem Flansch (2) durch Drängen des Bunds (22) nach unten gegen den oberen Abschnitt des Flansches (2) zusammenzuwirken, und daß der Bund (22) derart gebildet ist, daß ein Zwischenraum (26) zwischen der kegelstumpfförmigen Oberfläche (24) des zylindrischen Körpers (8) und dem dementsprechend kegelstumpfförmigen oberen Teil (6) der Ummantelung (1) oder des Flansches (2) jeden Kontakt außer durch den Bund (22) vermeidet.

2. Druckgeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bund (22) einen einheitlichen Teil des Körpers (8) bildet.
3. Druckgeber nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Tatsache, daß der Bund (22) von einem Ring (30) gebildet ist, welcher koaxial und freidrehbar auf den Körper (8) in Anlage an einer Schulter (31) der Basis (9) gepaßt ist.
4. Druckgeber nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (20) durch einen Haltering (35) an der Schulter (31) axial festgelegt ist.
5. Druckgeber nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Bund (22) eine Zentrierungslippe (32) bildet.
6. Druckgeber nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (30) einen Zentrierungsring (32,37) umfaßt, welcher zum Zusammenwirken mit einer zu der kegelstumpfförmigen Fläche (24) des Körpers (8) komplementären, ke-

gelstumpfförmigen Oberfläche (6) an der Ummantelung (1) geeignet ist.

## 5 Revendications

1. Capteur de pression comportant une jauge de contrainte pour s'adapter sur le collet extrême (2) d'une canalisation ou d'un tubage (1), de type comprenant un corps cylindrique (8) formant, perpendiculairement à l'axe de rotation (y - y') du corps (8), une membrane élastique déformable (10) supportant une sonde (11) comportant une jauge de contrainte, connectée à des fils électriques (12), et le corps cylindrique comportant sur un côté de cette membrane (10) une embase annulaire (9) ayant une surface tronconique (24) qui se raccorde à une partie circulaire de centrage (25) en coopération avec un joint (5) et sur l'autre côté de cette membrane une enveloppe de protection (21) entourant ladite sonde (11), caractérisé en ce que le corps cylindrique (8) comprend une collerette périphérique s'étendant vers l'extérieur (22) définissant deux faces de support (23.1 et 23.2) dont les plans sont perpendiculaires à l'axe de rotation (y - y') du corps cylindrique (8), l'une des faces (23.1) étant destinée à être en contact avec la partie supérieure du collet (2), tandis que l'autre face (23.2) est conçue pour coopérer avec un élément de serrage extérieur (15) pour fixer le corps cylindrique (8) sur le collet (2) en poussant la collerette (22) vers le bas contre ladite partie supérieure du collet (2), et en ce que la collerette (22) est formée de telle manière qu'un espace (26) entre la surface tronconique (24) du corps cylindrique (8) et la partie supérieure tronconique correspondante (6) du tubage (1) ou du collet (2) empêche tout contact autre que par la collerette (22).
2. Capteur de pression selon la revendication 1, caractérisé en ce que la collerette (22) fait partie intégrante du corps (8).
3. Capteur de pression selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la collerette (22) est constitué d'une bague ajustée coaxialement et libre de rotation sur le corps (8), en butée contre un épaulement (31) de l'embase (9).
4. Capteur de pression selon la revendication 3, caractérisé en ce que la bague (20) est immobilisée axialement contre l'épaulement (31) par une bague de retenue (35).
5. Capteur de pression selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la collerette (22) forme une lèvre de centrage (32).



6. Capteur de pression selon les revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que la bague (30) comprend une bague de centrage (32, 37) apte à coopérer avec une surface tronconique (6) sur le tubage (1) complémentaire à la surface tronconique (24) du corps (8).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

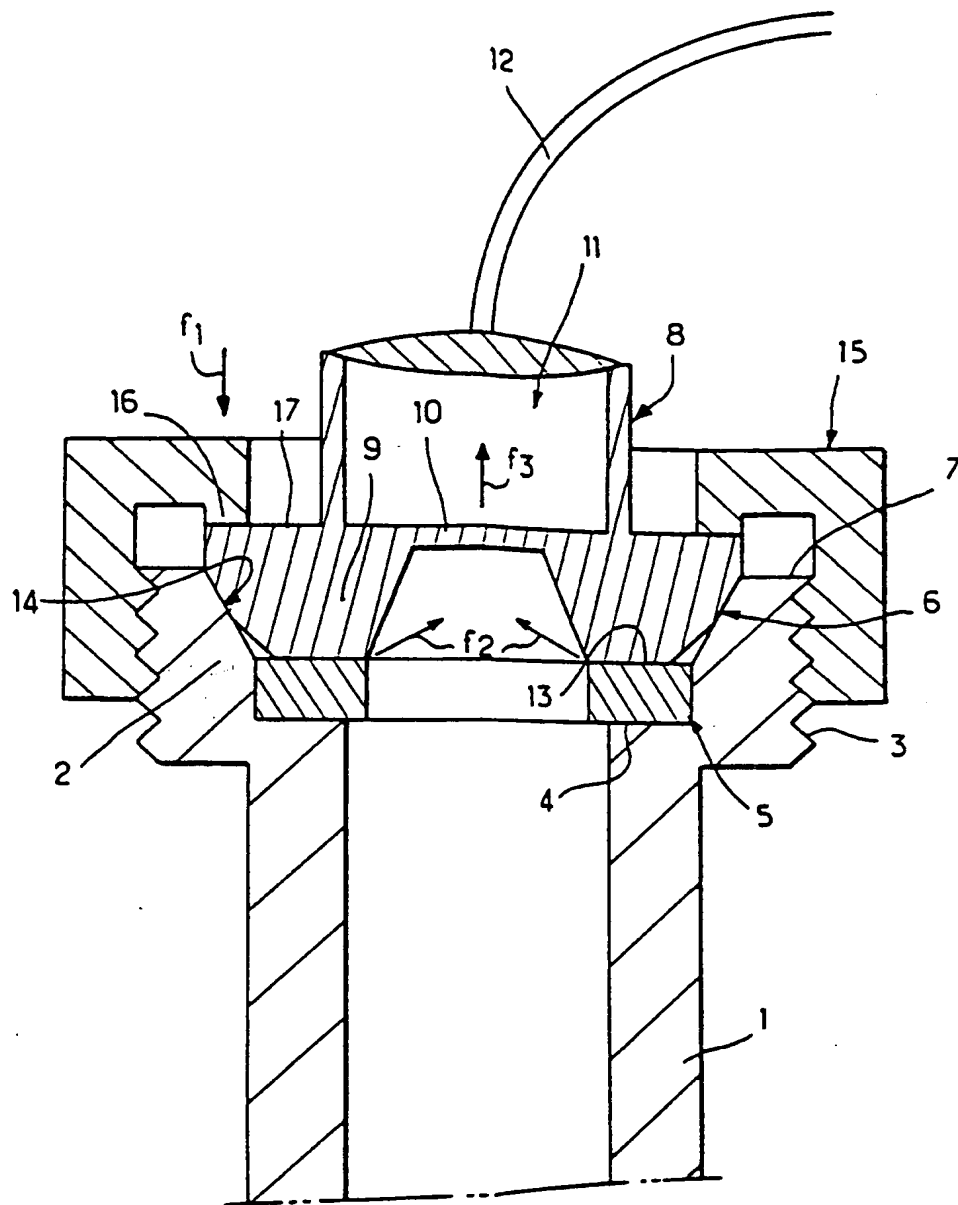
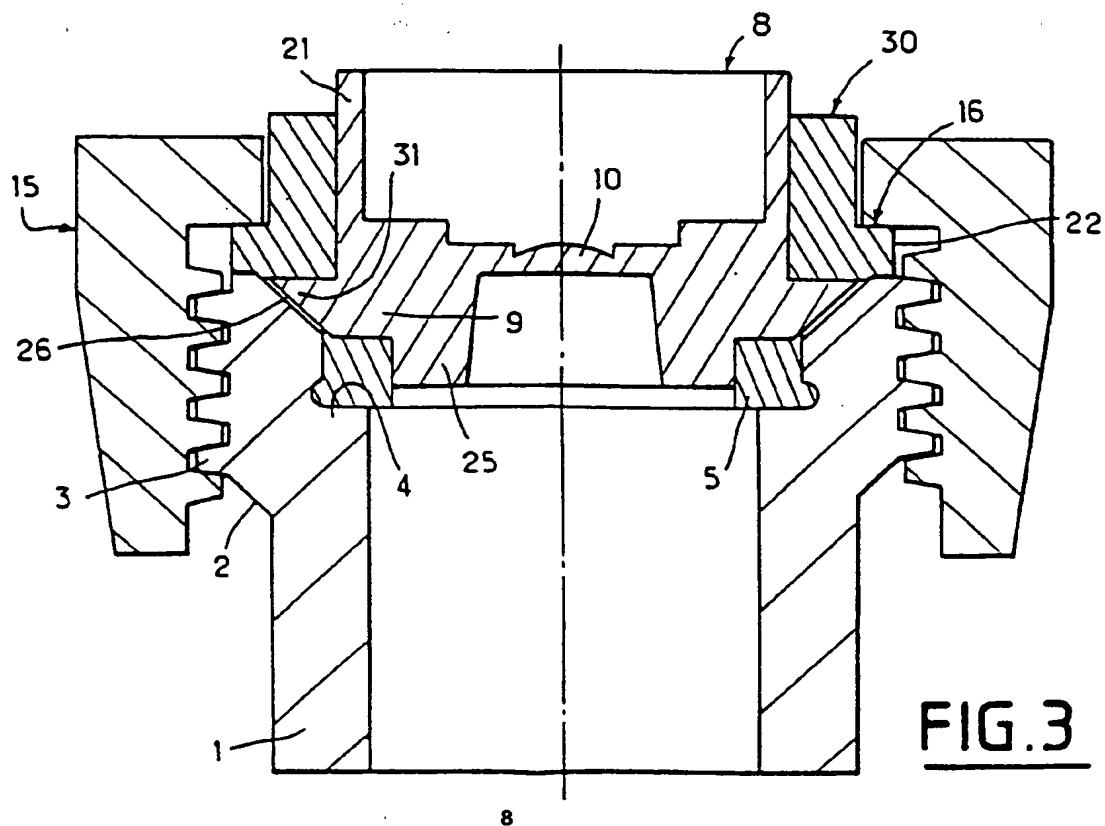
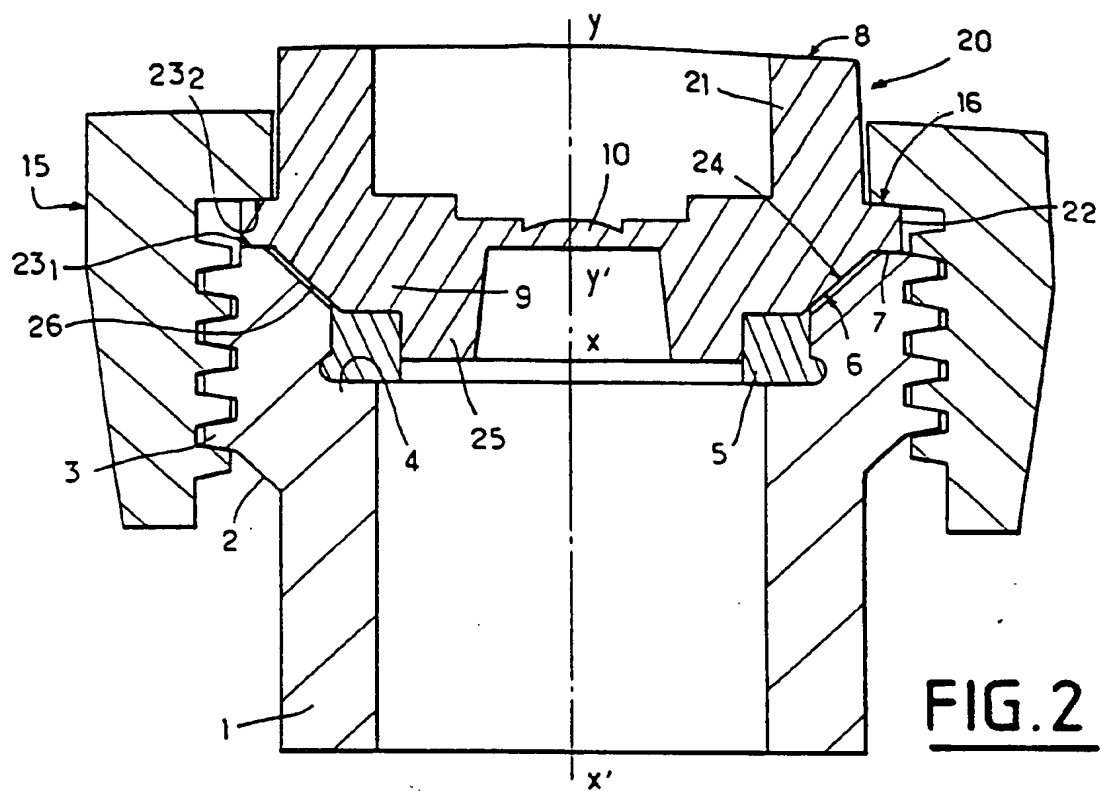
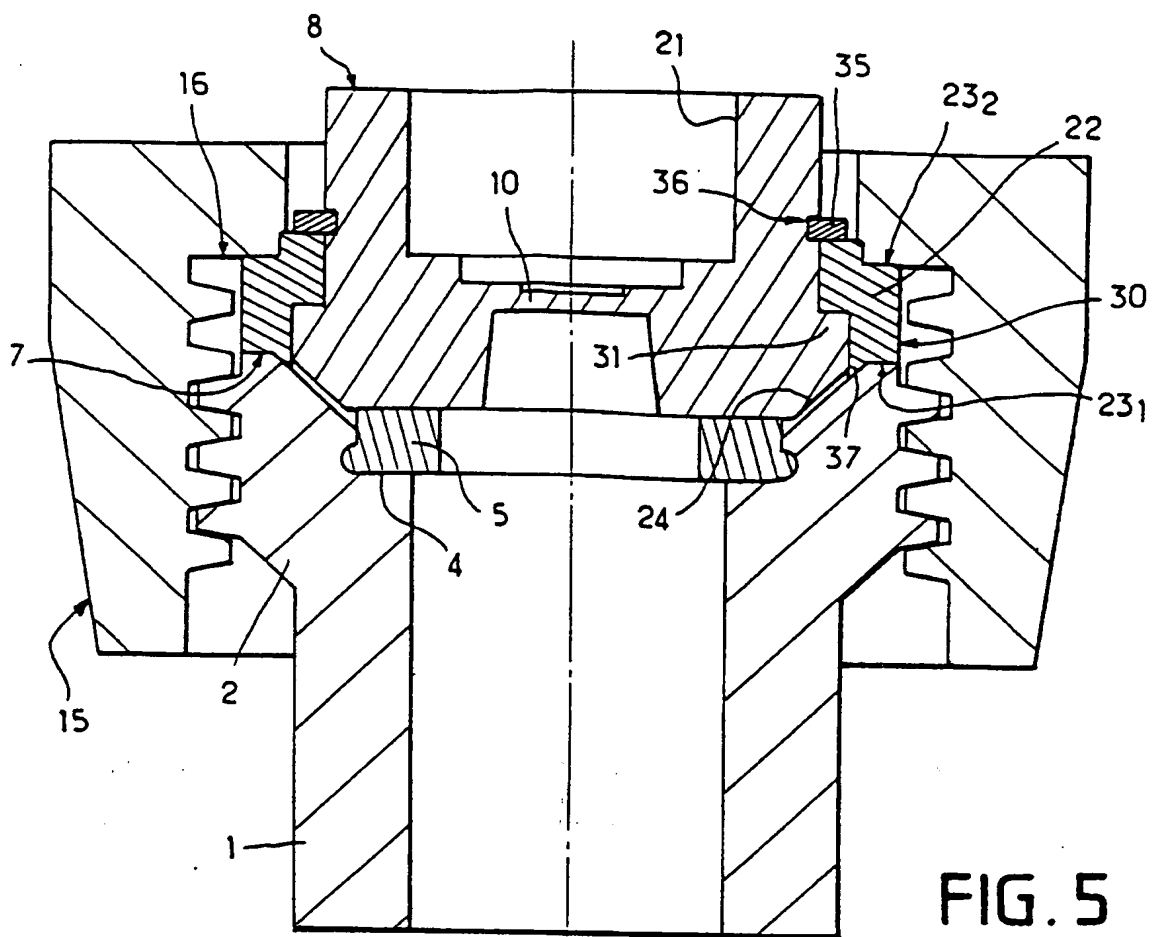
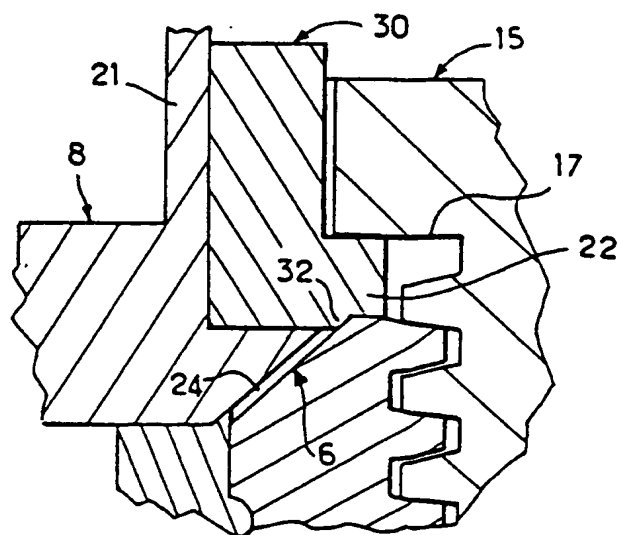


FIG.1





**FIG. 5**



**FIG. 4**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 735 353 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.01.1999 Patentblatt 1999/02**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **G01L 9/00**

(21) Anmeldenummer: **95104780.2**

(22) Anmeldetag: **31.03.1995**

(54) **Drucksensor**

Pressure sensor

Capteur de pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK FR GB IT NL SE**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.10.1996 Patentblatt 1996/40**

(73) Patentinhaber: **ENDRESS + HAUSER GMBH + CO.**  
**D-79689 Maulburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Gerst, Peter**  
**D-79576 Weil am Rhein (DE)**  
• **Banholzer, Karlheinz**  
**D-79688 Hausen (DE)**  
• **Maier, Winfried**  
**D-79689 Maulburg (DE)**

(74) Vertreter: **Morstadt, Volker, Dipl.-Ing.**  
**Endress + Hauser**  
**Zentrale Patentabteilung**  
**Postfach 2222**  
**79574 Weil am Rhein (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 372 988** **US-A- 4 898 035**  
**US-A- 5 134 887**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 464**  
**(P-947) 20. Oktober 1989 & JP-A-01 182 729 (NGK**  
**INSULATORS LTD) 20. Juli 1989**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Drucksensor mit einem keramischen Sensorelement und einem metallischen Gehäuse, in das das Sensorelement gasdicht eingespannt ist.

In der DE-A 42 34 290 ist ein Drucksensor beschrieben

- mit einem rotationssymmetrischen keramischen Sensorelement,
- mit einem rotationssymmetrischen, eine axiale Bohrung aufweisenden Gehäuse,
- deren Durchmesser in Richtung der dem Meßmedium zugewandten Frontseite abnimmt, und
- mit einem einzigen, zwischen Gehäuse und der Mantelfläche des Drucksensor frontbündig eingesetzten Dichtelement aus organischem Material.

Ein derartiges Dichtelement ist nötig, um das keramische Sensorelement druckdicht und spannungsfrei in dem Gehäuse zu fixieren. Diese Dichtungen sind jedoch nicht vollständig gasdicht. Durch Diffusion gelangen nämlich Gasmoleküle durch die Dichtung hindurch in den Gehäuseinnenraum. Weiterhin sind diese Dichtungen bei weitem nicht so korrosionsbeständig wie das keramische Sensorelement.

Konstruktionen, wie zum Beispiel in der EP-B 461 459 beschrieben, ändern an diesem grundsätzlichen Problem nichts. Dort ist ein Drucksensor mit einem Keramiksensor angegeben, wobei die Fläche des Keramikensors, an der das Dichtelement anliegt, zur Verbesserung der Dichtheit mit einer Glasschicht versehen ist. Die Kontaktstelle zwischen Glasschicht und Dichtung ist zwar sehr viel undurchlässiger als zwischen Keramik und Dichtung, da Glas eine glattere Oberfläche besitzt als Keramik, die Gasdiffusion durch die Dichtung hindurch besteht jedoch weiterhin unvermindert.

Die Sicherheitsbestimmungen vieler Länder fordern eine gasdichte Trennung zwischen Meßmedium und Elektronik, wenn die Drucksensoren in explosionsgefährdeten Bereichen, z.B. bei brennbaren Gasen oder Flüssigkeiten, eingesetzt werden sollen. Derzeit werden, um dies zu erreichen, Kontaktstifte über eine bestimmte Länge eingeglast oder ähnliche aufwendige Durchführungen für elektrische Leitungen verwendet.

Gasdichtheit der Sensoreinspannung läßt sich auch auf anderem Wege erreichen. Druckmittler, wie zum Beispiel in der EP-A 607 482 beschrieben, können vor das Sensorelement geschaltet werden. Solche Druckmittler weisen auf der meßmediumzugewandten Seite eine Membran auf, die in der Regel aus einem dünnen korrosionsbeständigen Metall besteht.

Weiterhin ist die Metallmembran sehr dünn und daher empfindlich. Abrasive Meßmedien erzeugen leicht

plastische Verformungen der Membran und damit Meßfehler.

Die US-A-4 898 035 zeigt steife Paßstücke, beispielsweise in den Figuren 3a,b ein gefaltetes Paßstück 28.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Drucksensor mit einem keramischen Sensorelement und einem metallischen Gehäuse anzugeben in den das Sensorelement gasdicht eingebaut ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Drucksensor nach dem Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den abhängigen Ansprüchen 2-5 zu entnehmen.

Vorteile der Erfindung bestehen u.a. darin,

- daß das Sensorelement durch das Paßstück gasdicht mit dem Gehäuse verbunden ist,
- daß die vorgeschlagene Einspannung des Sensorelementes spannungsfrei ist,
- daß die Korrosionsbeständigkeit und die mechanische Beständigkeit der aktiven Sensorfläche voll ausgenutzt werden können, da die Befestigung des Sensorelements und das Paßstück gleichermaßen robust und korrosionsbeständig sind,
- daß ein solcher Drucksensor in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden kann und
- daß der Drucksensor mit frontbündig eingebautem Sensorelement besonders gut zu reinigen und daher für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie sehr gut geeignet ist.

Die Erfindung wird nun anhand der Figuren 6, 7 der Zeichnung näher erläutert; die Figuren 1-5 zeigen nicht beanspruchte Drucksensoren.

- 35 Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als Rohrstück ausgebildet ist.
- 40 Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als Rohrstück ausgebildet ist, in das das Sensorelement frontbündig eingesetzt ist.
- 45 Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als Rohrstück mit angeformtem Flansch ausgebildet ist.
- 50 Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als ringförmige Scheibe ausgebildet ist.
- 55 Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als ringförmige Scheibe ausgebildet ist.

- Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors mit einem Paßstück, das als ringförmige Scheibe ausgebildet ist.
- Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors nach der Erfindung mit einem Paßstück, das als ringscheibenförmige Membran ausgebildet ist.
- Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt eines Drucksensors nach der Erfindung mit einem Paßstück, das als rohrförmige Membran ausgebildet ist.

In den Figuren 1 bis 7 ist allen Drucksensoren gemeinsam, daß sie ein rotationssymmetrisches Sensorelement 1 aufweisen, das in einem ebenfalls rotationssymmetrischen, Gehäuse 2 mittels eines Paßstücks 3 gasdicht befestigt ist.

Das Sensorelement 1 ist beispielsweise eine kapazitive, zylindrische Druckmeßzelle, die aus einer Membran 11 und einem Grundkörper 12 besteht, die durch ein Verbindungsmaterial, z.B. ein Aktivhartlot, in einem definierten Abstand voneinander gehalten und miteinander hermetisch dicht verbunden sind. Die mit Elektrodenmaterial beschichteten Innenflächen der Membran 11 und des Grundkörper 12 bilden mindestens einen Meßkondensator, dessen Kapazität von der Durchbiegung der Membran 11 abhängt und somit ein Maß für den an der Membran 11 anliegenden Druck ist.

Die Membran 11 kann aus Keramik, Oxidkeramik, Quarz, Saphir oder einem kristallinen Werkstoff bestehen. Der Grundkörper 12 besteht vorzugsweise aus einem Material, das dem Werkstoff der Membran 11 sehr ähnlich ist oder zumindest einen vergleichbaren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist.

Auf der meßmedium-abgewandten Seite weist das Sensorelement 1 eine elektronische Schaltung 13 auf, die die Kapazitätsänderungen des Meßkondensators in ein druckabhängiges elektrisches Signal umwandelt und diese über elektrische Anschlußleitungen 14 einer weiteren Verarbeitung und/oder Anzeige zugänglich macht.

Es ist selbstverständlich möglich anstelle einer Druckmeßzelle eine Differenzdruckmeßzelle zu verwenden. Eine solche Differenzdruckzelle ist z.B. eine Meßzelle der oben beschriebenen Art, die zusätzlich eine Druckzuleitung aufweist, die einen an deren einem Ende anliegenden Druck durch den Grundkörper hindurch in das Innere der Meßzelle leitet.

Das Gehäuse 2 weist jeweils eine zentrale durchgehende Bohrung 4 auf. Das Paßstück 3 bildet ein elastisches Verbindungselement zwischen dem Sensorelement 1 und dem Gehäuse 2. Dadurch ist sichergestellt, daß die Befestigung des Sensorelementes 1 spannungsfrei ist.

Das Paßstück 3 besteht aus einem meßmediumbeständigen Material, das einen vergleichbaren Temperaturkoeffizienten wie das Material des Sensorelementes aufweist. Je nach Meßmedium ist das Material des Paßstücks z.B. Nickel, Nickeleisen, Tantal oder Edelstahl. Es ist auch möglich, ein Material zu wählen, das nicht extrem korrosionsbeständig ist, und die meßmedium-berührten Flächen des Paßstücks 3 mit einem korrosionsbeständigeren Material zu beschichten, z.B. Nickeleisen zu vernickeln oder zu vergolden.

Die gasdichte Verbindung zwischen dem Sensorelement 1 und dem Paßstück 3 ist jeweils eine gasdichte Fügung 31. Ein Beispiel für eine solche gasdichte Fügung 31 zwischen Keramik und Metall ist eine Aktivhartlotverbindung. Aktivhartlot besteht aus einem Lotmaterial dem wenigstens ein reaktives Element, z.B. Titan oder Zirkonium, zulegiert ist. Das reaktive Element benetzt die Oberfläche der zu verlötenden Teile während des Lötens. Bei Oxidkeramik bewirkt die hohe Affinität des reaktiven Elements zum Sauerstoff eine Reaktion mit der Keramik, was zur Bildung von Mischoxiden und freien chemischen Valenzen führt.

Gehäuse 2 und Paßstück 3 sind durch eine Verbindung 32, die in den Figuren lediglich schematisch eingezeichnet ist, gasdicht aneinandergefügt. Diese Verbindung 32 ist beispielsweise eine übliche Schweißverbindung.

In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel gezeigt. Hier steht die Membran 11 des Sensorelementes 1 durch die zentrale axiale Bohrung 4 hindurch mit einem Meßmedium, dessen Druck zu messen ist, in Verbindung. Die Bohrung 4 weist zwei Abschnitte 41, 42 auf, wovon der eine Abschnitt 41 sich auf der meßmedium-abgewandten Seite befindet und einen Durchmesser aufweist, der größer als der Durchmesser des Sensorelementes 1 ist, und der andere Abschnitt 42 sich auf der meßmediumzugewandten Seite befindet und einen Durchmesser aufweist, der kleiner als der Durchmesser des Sensorelementes 1 ist.

An der Stelle, an der der Durchmesser seinen Wert ändert weist das Gehäuse 2 eine ringförmige Absatzfläche 21 auf. Auf einer äußeren Ringfläche der Absatzfläche 21 liegt ein Dichtelement 6 auf. Je nach Meßmedium ist dies z. B. ein Viton-O-Ring, eine Kalrez-Dichtung oder eine mit Polytetrafluorethylen ummantelte Viton-Dichtung. Das Sensorelement 1 ist in die Bohrung 4 von der meßmedium-abgewandten Seite her eingesetzt und liegt auf dem Dichtelement 6 auf. Das Paßstück 3 ist als Rohrstück ausgebildet in das das Sensorelement 1 teilweise eingesetzt ist.

Die Kontaktflächen von Sensorelement 1 und Paßstück 3, also ein Teil einer inneren geschlossenen Mantelfläche des Rohrstücks und ein Teil einer äußeren zylindrischen Mantelfläche des Sensorelementes 1 an der meßmedium-abgewandten Seite, sind durch die gasdichte Fügung 31 verbunden. Im Längsschnitt hat die Fügung 31 eine Länge, die ausreicht um das Sensorelement bei Anwendungen innerhalb eines festge-

legten Druckbereichs, zu fixieren. Bei einer Aktivhartlot-  
verbindung genügt eine Lötlänge von einigen Millime-  
tern, um die Gasdichtheit zu gewährleisten.

Das Paßstück 3 ist in die Bohrung 4 des Gehäuses  
2 eingesetzt. Der Abschnitt 41 des Gehäuses 2 weist zur  
Aufnahme des Paßstücks 3 auf der meßmedium-abge-  
wandten Seite einen Bereich mit größerem Querschnitt  
auf. Das Paßstück 3 schließt auf der meßmedium-ab-  
gewandten Seite bündig mit dem Gehäuse 2 ab. Die  
Verbindung 32 zwischen dem Gehäuse 2 und dem  
Paßstück 3 ist nur schematisch eingezeichnet. Für eine  
Schweißverbindung 32 beträgt die Länge dieser Verbin-  
dung 32 im Längsschnitt ebenfalls einige Millimeter, um  
die Gasdichtheit zu gewährleisten.

Bei einer Schweißverbindung ist es nötig, das Ge-  
häuse 2 im Bereich der Verbindung 32 dünnwandig aus-  
zubilden, da nur Teile von ungefähr gleicher Dicke ver-  
schweißbar sind. Aus diesem Grund weist das Gehäuse  
2 in diesem Bereich einen geringeren Außendurchmes-  
ser auf.

In Fig. 2 ist das Paßstück 3 ebenfalls als Rohrstück  
ausgebildet. Das Sensorelement 1 ist hier jedoch im Ge-  
gensatz zu Fig. 1 auf der meßmedium-zugewandten  
Seite frontbündig in das Paßstück 3 eingesetzt. Hierzu  
weist die Bohrung 4 ebenfalls zwei Abschnitte 41, 42  
auf, wobei der meßmedium-zugewandte Abschnitt 42  
einen größeren Querschnitt aufweist. In diesen Ab-  
schnitt 42 ist das Paßstück 3 frontbündig eingesetzt.

Auf der meßmedium-abgewandten Seite ist in das  
Gehäuse 2 eine Sensorbefestigung 8 eingebracht. Die-  
se Sensorbefestigung 8 ist ein Einschraubstück, das ein  
Außengewinde 81 aufweist. Dieses Einschraubstück ist  
mittels eines im Gehäuse 2 auf der meßmedium-abge-  
wandten Seite befindlichen Innengewinde 27 gegen eine  
äußere meßmedium-abgewandte Ringfläche des  
Sensorelementes 1 geschraubt.

Die beschriebene frontbündige Bauweise ist be-  
sonders für den Einsatz in der Lebensmittelindustrie ge-  
eignet, da ein solcher Drucksensor leicht zu reinigen ist  
und keine organischen Dichtelemente aufweist, die in  
der Lebensmittelindustrie potentielle Bakteriennester  
darstellen.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, das  
in weiten Teilen dem der Fig. 1 entspricht. Es sind daher  
hier nur die Unterschiede zu Fig. 1 beschrieben. Der  
Hauptunterschied besteht darin, daß das Paßstück 3 als  
ein Rohrstück, an das ein Flansch 33 angeformt ist, aus-  
gebildet ist.

In das rohrartige Paßstück 3 ist das Sensorelement  
1 teilweise eingesetzt. Das Rohrstück mit dem ange-  
formten Flansch 33 schließt bündig mit der meßmedi-  
um-abgewandten Fläche des Sensorelementes 1 ab.

Die Kontaktflächen von Sensorelement 1 und  
Paßstück 3, also ein Teil einer inneren geschlossenen  
Mantelfläche des Paßstücks 3 und ein Teil einer äu-  
ßeren zylindrischen Mantelfläche des Sensorelementes 1,  
sind durch die gasdichte Fügung 31 miteinander ver-  
bunden. Der meßmedium-abgewandte Abschnitt 41 der

Bohrung 4 weist hier zwei Bereiche mit unterschiedli-  
chem Querschnitt auf. Der Bereich mit dem kleineren  
Querschnitt befindet sich auf der meßmedium-zuge-  
wandten Seite des Abschnitts 41 der Bohrung 4.

Das Paßstück 3 ist in die Bohrung 4 des Gehäuses  
2 eingesetzt und liegt mit dem angeformten Flansch 33  
auf einer Ringfläche 22 auf, die durch den Abschluß des  
Gehäuses 2 auf der meßmedium-abgewandten Seite  
gebildet ist. Gehäuse 2 und Flansch 33 sind miteinander  
verschweißt oder auf eine andere Weise gasdicht mit-  
einander verbunden. Diese Verbindung 32 ist schema-  
tisch gezeigt. Bei einer Schweißverbindung ist es nötig,  
das Gehäuse 2 im Bereich der Verbindung 32 dünnwan-  
dig auszubilden, da nur Teile von ungefähr gleicher Dik-  
ke verschweißbar sind. Aus diesem Grund weist das  
Gehäuse 2 außen direkt unterhalb der Paßstückbefesti-  
gung eine ringförmig umlaufende Nut 23 mit rechtecki-  
gem Querschnitt auf.

In Fig. 4 ist eine weitere Variante dargestellt, die  
ebenfalls in weiten Teilen der nach Fig. 1 entspricht. Es  
sind ebenfalls nur die Unterschiede zu Fig. 1 beschrie-  
ben.

Das Gehäuse 2 schließt auf der meßmedium-abge-  
wandten Seite mit einer Ringfläche 22 ab. Diese liegt im  
Längsschnitt in der gleichen Höhe wie die meßmedium-  
abgewandte Fläche des Sensorelementes 1.

Das Paßstück 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel  
als eine ringförmige Scheibe ausgebildet. Diese liegt mit  
einem äußeren Randbereich auf der Ringfläche 22 des  
Gehäuses 2 und mit einem inneren Randbereich auf ei-  
ner äußeren Ringfläche der meßmedium-abgewandten  
Fläche des Sensorelementes 1 auf. Die Kontaktflächen  
von Sensorelement 1 und Paßstück 3 sind durch die  
gasdichte Fügung 31 miteinander verbunden.

Analog zu Fig. 3 weist das Gehäuse außen direkt  
unterhalb der Paßstückbefestigung eine ringförmig um-  
laufende Nut 23 mit rechteckigem Querschnitt auf.

In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, das  
als Paßstück 3 ebenfalls eine ringförmige Scheibe auf-  
weist. Das Gehäuse 2 ist identisch mit dem in Fig. 2 dar-  
gestellten Gehäuse. Das Paßstück 3 ist in den Abschnitt  
42 der Bohrung 4 frontbündig eingesetzt und liegt an  
einer Absatzfläche 24 des Gehäuses an. Mittels der Ver-  
bindung 32 ist es gasdicht mit dem Gehäuse 2 verbun-  
den.

Das Sensorelement 1 ist von der meßmedium-ab-  
gewandten Seite in das Gehäuse 2 eingesetzt und liegt  
mit einer äußeren druckunempfindlichen Ringfläche  
(15) der aktiven Fläche des Sensorelementes auf dem  
Paßstück 3 auf. Zwischen Sensorelement 1 und  
Paßstück 3 besteht die gasdichte Verbindung 31.

Es ist eine Sensorbefestigung 8 vorhanden, die  
identisch mit der in Fig. 2 dargestellten ist.

In Fig. 6 ist das Paßstück 3 als eine ringscheiben-  
förmige Membran ausgebildet. Der Teilabschnitt 41 der  
Bohrung 4 weist in Fig. 6 zwei Bereiche mit unterschied-  
lichem Querschnitt auf. Der Bereich mit dem kleineren  
Querschnitt befindet sich auf der meßmedium-zuge-



wandten Seite. In diesem Bereich ist das Sensorelement 1 eingebracht und liegt auf der Dichtung 6 auf, die sich wiederum auf die Absatzfläche 21 des Gehäuses 2 aufstützt.

Das Gehäuse 2 schließt auf der meßmedium-abgewandten Seite mit einer Ringfläche 22 ab, die sich im Längsschnitt auf der gleichen Höhe wie die meßmedium-abgewandte Fläche des Sensorelementes 1 befindet.

Das membranartige Paßstück 3 liegt mit einer ringförmigen äußeren Randfläche auf der Ringfläche 22 und mit einer ringförmigen inneren Randfläche auf der meßmedium-abgewandten Fläche des Sensorelementes 1 auf.

Damit ein solcher Drucksensor mit einer Membran als Paßstück 3 funktionsfähig ist, ist es nötig, das Sensorelement 1 zu fixieren. Hierzu dient nach Fig. 6 ein Außengehäuse 9. Es ist ein Rohr an dessen einem Ende ein Halterungsring 91 angeformt ist. In dieses Außengehäuse 9 ist das Gehäuse 2 eingesetzt und liegt mit einer äußeren Absatzringfläche 25 auf dem Halterungsring 91 auf.

Von der meßmedium-abgewandten Seite her wird das Sensorelement 1 durch eine Sensorbefestigung 8 gegen die Dichtung 6 im Gehäuse 2 gepreßt. Die Sensorbefestigung 8 weist ein Außengewinde 81 auf und wird in ein im Außengehäuse 9 befindliches Innengewinde 92 geschraubt. Die Sensorbefestigung 8 ist ein Ring, an dessen sensorelement-zugewandten Ende ein Rohrstück 83 mit kleinerem Außendurchmesser angeformt ist. Es besitzt die gleiche Querschnittsfläche wie die ringförmige innere Randfläche des Paßstücks 3, mit der dieses auf der meßmedium-abgewandten Fläche des Sensorelementes 1 aufliegt, und ist direkt gegen diese innere Randfläche des Paßstücks 3 geschraubt.

Zwischen dem Gehäuse 2 und dem Außengehäuse 9 braucht keine gasdichte Verbindung zu bestehen, da das Außengehäuse 9 nicht in Kontakt mit dem Meßmedium steht.

In Fig. 7 ist eine andere Variante dargestellt, die als Paßstück 3 eine Membran aufweist, die als Rohrstück ausgebildet ist. In dieses rohrförmige Paßstück 3 ist das Sensorelement 1 teilweise eingesetzt.

Die Kontaktflächen von Sensorelement 1 und Paßstück 3, also ein Teil einer inneren geschlossenen Mantelfläche der rohrförmigen Membran 3 und ein Teil der äußeren zylindrischen Mantelfläche des Sensorelementes 1 an der meßmedium-abgewandten Seite, sind durch die gasdichte Fügung 31 miteinander verbunden.

Im Bereich des sich in axialer Richtung erstreckenden Paßstücks 3 weist der Abschnitt 41 der Bohrung 4 des Gehäuses 2 einen vergrößerten Querschnitt zur Aufnahme der Membran 3 auf. Das Gehäuse schließt auf der meßmedium-abgewandten Seite mit einem sich radial in sein Inneres erstreckenden Ring 26 ab. Die Membran 3 ist in die Bohrung 4 des Gehäuses 2 eingesetzt und an dem Ring 26 befestigt.

Im Bereich der Verbindung 32 zwischen Gehäuse

2 und Paßstück 3 ist das Gehäuse 2 dünnwandig damit bei einem Schweißvorgang keine Verspannungen auftreten. Das Außengehäuse 9 und die Sensorbefestigung 8 sind identisch mit der Fig. 6 und daher hier nicht näher beschrieben.

Die Ausführungsbeispiele der Figuren 2, 5, 6 und 7 sind aufgrund der zusätzlichen Sensorbefestigung 8 bei wesentlich höheren Drücken, z.B. bis ca. 4 MPa (40 bar), einsetzbar als die in Figuren 1, 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiele, die für einen Druckbereich bis maximal ca. 1 MPa (10 bar) konstruiert sind.

Die Befestigung des Gehäuses 2 am Meßort ist in den Zeichnungen nicht dargestellt. Diese Befestigung erfolgt z.B., indem das Gehäuse 2 als Flansch ausgebildet ist, der am Meßort mit einem Gegenflansch verschraubt wird, indem das Gehäuse 2 ein Außengewinde aufweist, das in eine entsprechende Öffnung eingeschraubt wird, oder indem das Gehäuse 2 als Drehteil ausgebildet ist, das in eine Behälteröffnung eingeschweißt wird. Weitere lösbare oder nicht-lösbare Gehäusebefestigungen sind dem Fachmann bekannt.

## Patentansprüche

### 1. Drucksensor

- mit einem keramischen Sensorelement (1),
- mit einem metallischen Gehäuse (2)
- in dem das Sensorelement (1) mittels einer auf der meßmedium-abgewandten Seite des Sensorelementes (1) im Gehäuse (2) befindlichen Sensorbefestigung (8) fixiert ist und
- mit einem zwischen Sensorelement (1) und Gehäuse (2) angeordneten metallischen Paßstück (3),
  - das als Membran ausgebildet ist und
  - das gasdicht sowohl mit dem Gehäuse (2) als auch mit dem Sensorelement (1) verbunden ist.

2. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem das Gehäuse (2) eine zentrale axiale Bohrung (4) aufweist, durch die hindurch eine aktive Fläche des Sensorelementes (1) mit einem Meßmedium in Berührung steht, dessen Druck zu messen ist.

3. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem sich zwischen der Membran (3) und dem Meßmedium ein Dichtelement (6) befindet.

4. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem die Membran (3) als Ringmembran ausgebildet ist, von der ein äußerer Randbereich auf einer Ringfläche (22)

des Gehäuses (2) und ein innerer Randbereich auf einer von einer aktiven Fläche abgewandten Fläche des Sensorelementes (1) aufliegt.

5. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem die Membran (3) als Rohrmembran ausgebildet ist, in deren einem Ende das Sensorelement (1) fixiert ist. 5

## Claims

### 1. Pressure sensor

- having a ceramic sensor element (1),
- having a metallic housing (2) 15
- in which the sensor element (1) is fixed by means of a sensor fastening (8) which is located on that side of the sensor element (1) in the housing (2) which is remote from the measuring medium and 20
- having a metallic adapter (3) which is arranged between the sensor element (1) and housing (2) and 25
- which is designed as a diaphragm and
- which is connected in a gas-tight manner both to the housing (2) and to the sensor element (1). 30

2. Pressure sensor according to Claim 1, in the case of which the housing (2) exhibits a central axial bore (4) through which an active surface of the sensor element (1) is in contact with a measuring medium, the pressure of which is to be measured. 35

3. Pressure sensor according to Claim 1, in the case of which a sealing element (6) is located between the diaphragm (3) and the measuring medium. 40

4. Pressure sensor according to Claim 1, in the case of which the diaphragm (3) is designed as an annular diaphragm, of which an outer border region bears on an annular surface (22) of the housing (2) and an inner border region bears on a surface of the sensor element (1) which is remote from an active surface. 45

5. Pressure sensor according to Claim 1, in the case of which the diaphragm (3) is designed as a tube diaphragm, in one end of which the sensor element (1) is fixed. 50

55

## Revendications

1. Capteur de pression comprenant :

- un élément céramique (1) du capteur,
- un boîtier métallique (2)
- dans lequel l'élément (1) du capteur est fixé au moyen d'une fixation (8) du capteur se trouvant dans le boîtier (2), sur le côté de l'élément (1) du capteur placé à l'opposé du milieu de mesure, et

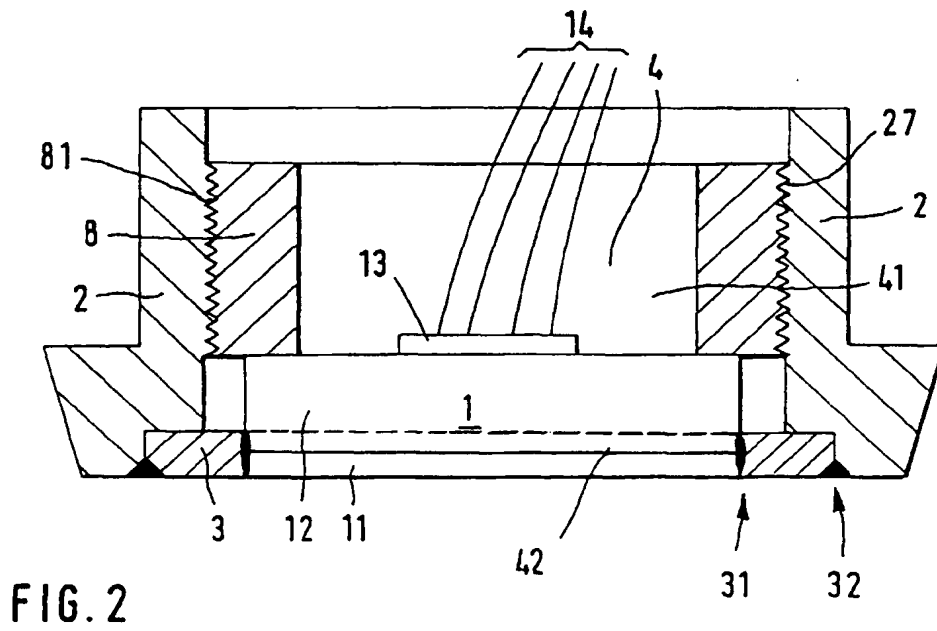
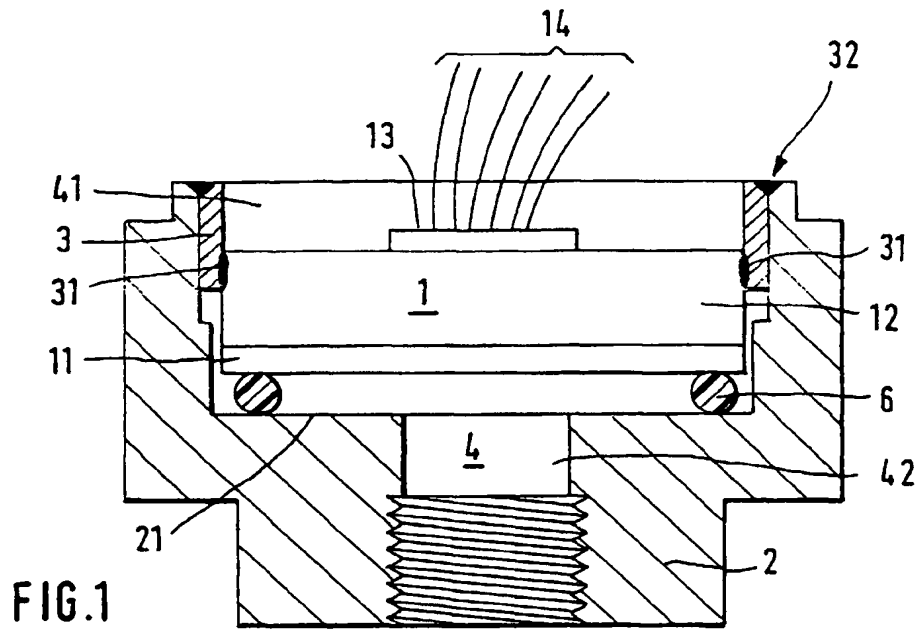
- une entretoise métallique (3) disposée entre l'élément (1) du capteur et le boîtier (2),
- laquelle entretoise est constituée comme une membrane et
- qui est reliée aussi bien au boîtier (2) qu'à l'élément (1) du capteur en étant étanche aux gaz.

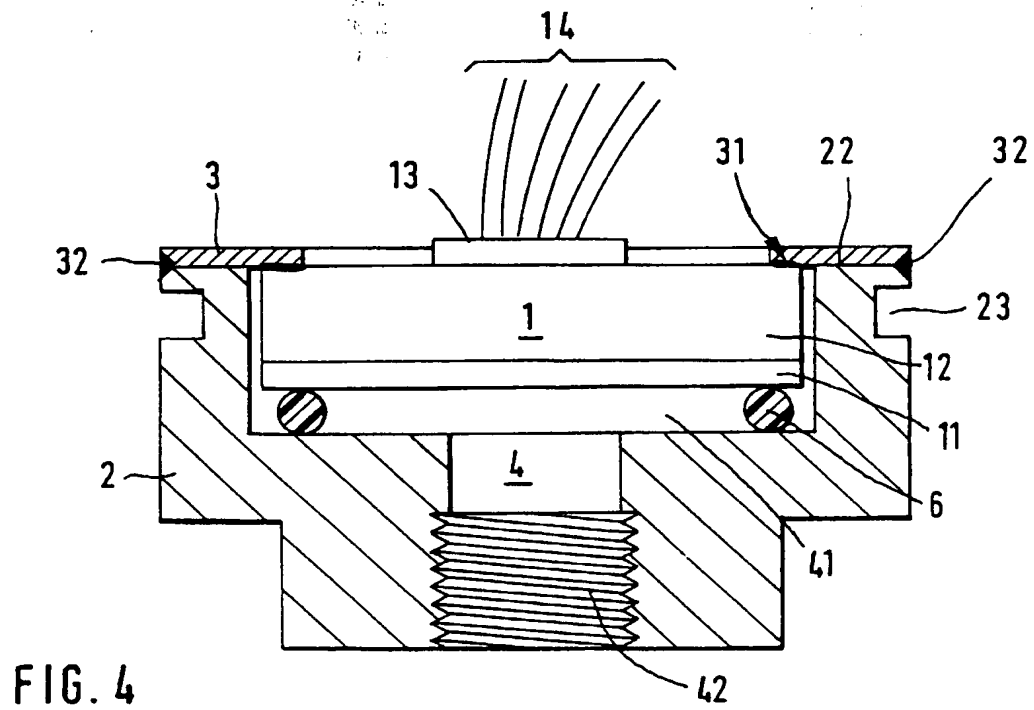
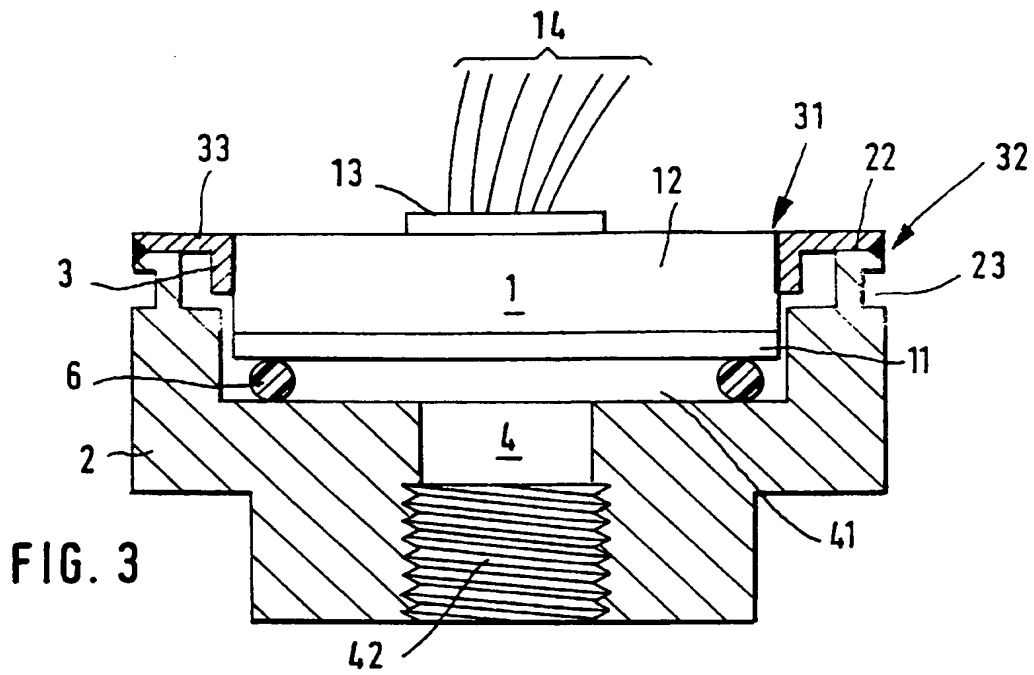
2. Capteur de pression selon la revendication 1, dans lequel le boîtier (2) comprend un perçage (4) axial central par lequel une surface active de l'élément (1) du capteur est en contact avec un milieu de mesure dont la pression est à mesurer.

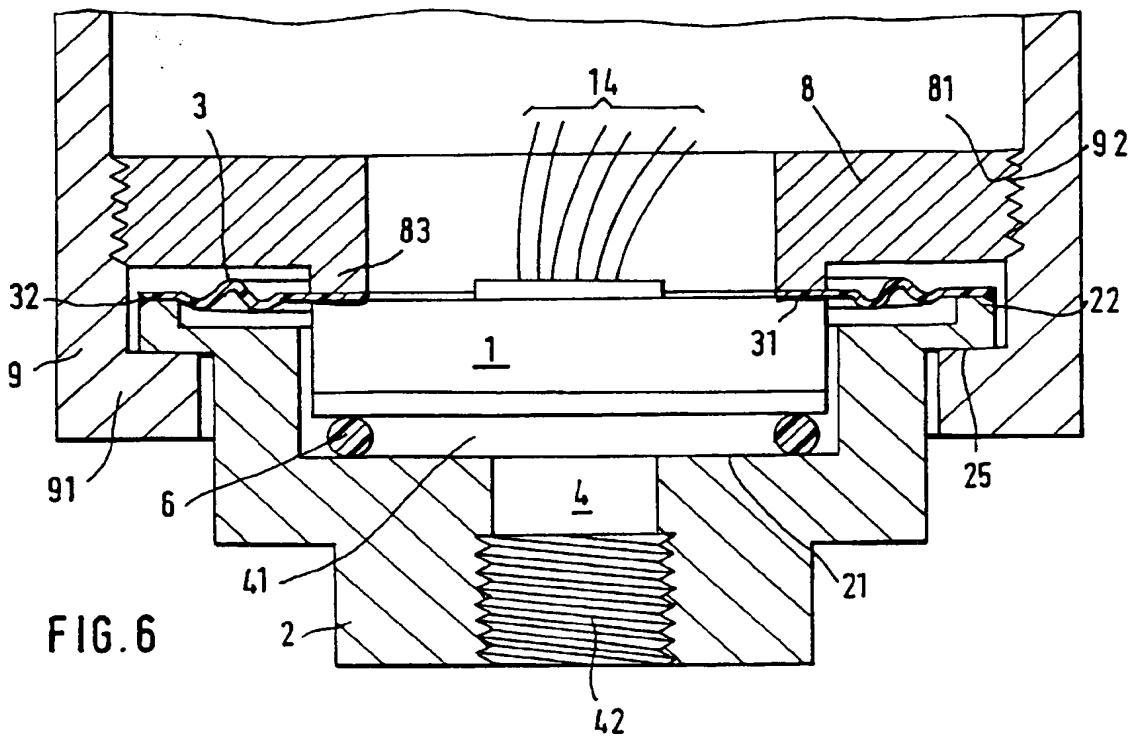
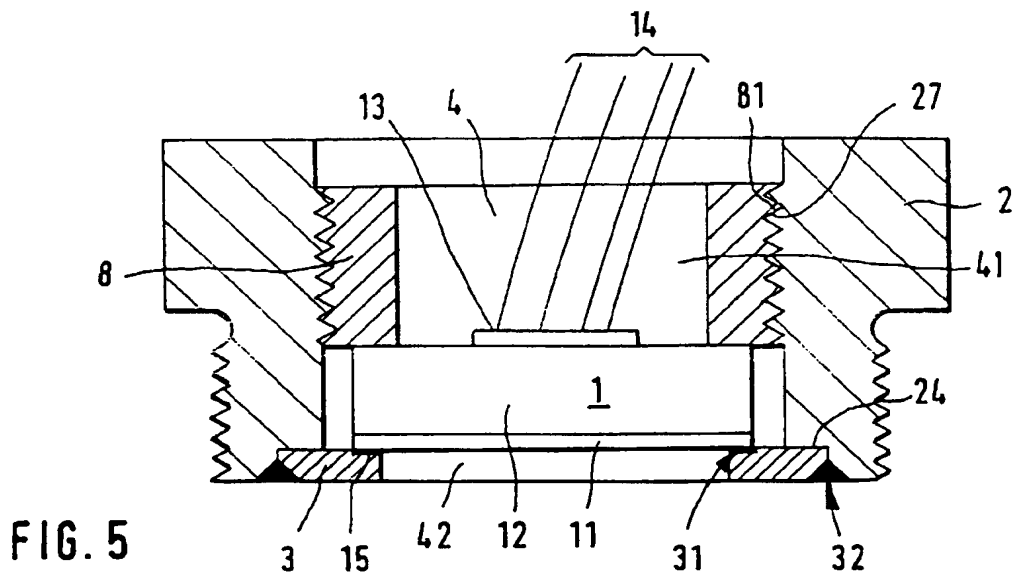
3. Capteur de pression selon la revendication 1, dans lequel un élément d'étanchéité (6) se trouve entre la membrane (3) et le milieu de mesure.

4. Capteur de pression selon la revendication 1, dans lequel la membrane (3) est constituée comme une membrane annulaire, dont une zone de bordure extérieure est en appui sur une surface annulaire (22) du boîtier (2) et dont une zone de bordure intérieure est en appui sur une surface de l'élément (1) du capteur, placée à l'opposé d'une surface active.

5. Capteur de pression selon la revendication 1, dans lequel la membrane (3) est constituée comme une membrane tubulaire dans une partie extrême de laquelle l'élément (1) du capteur est fixé.







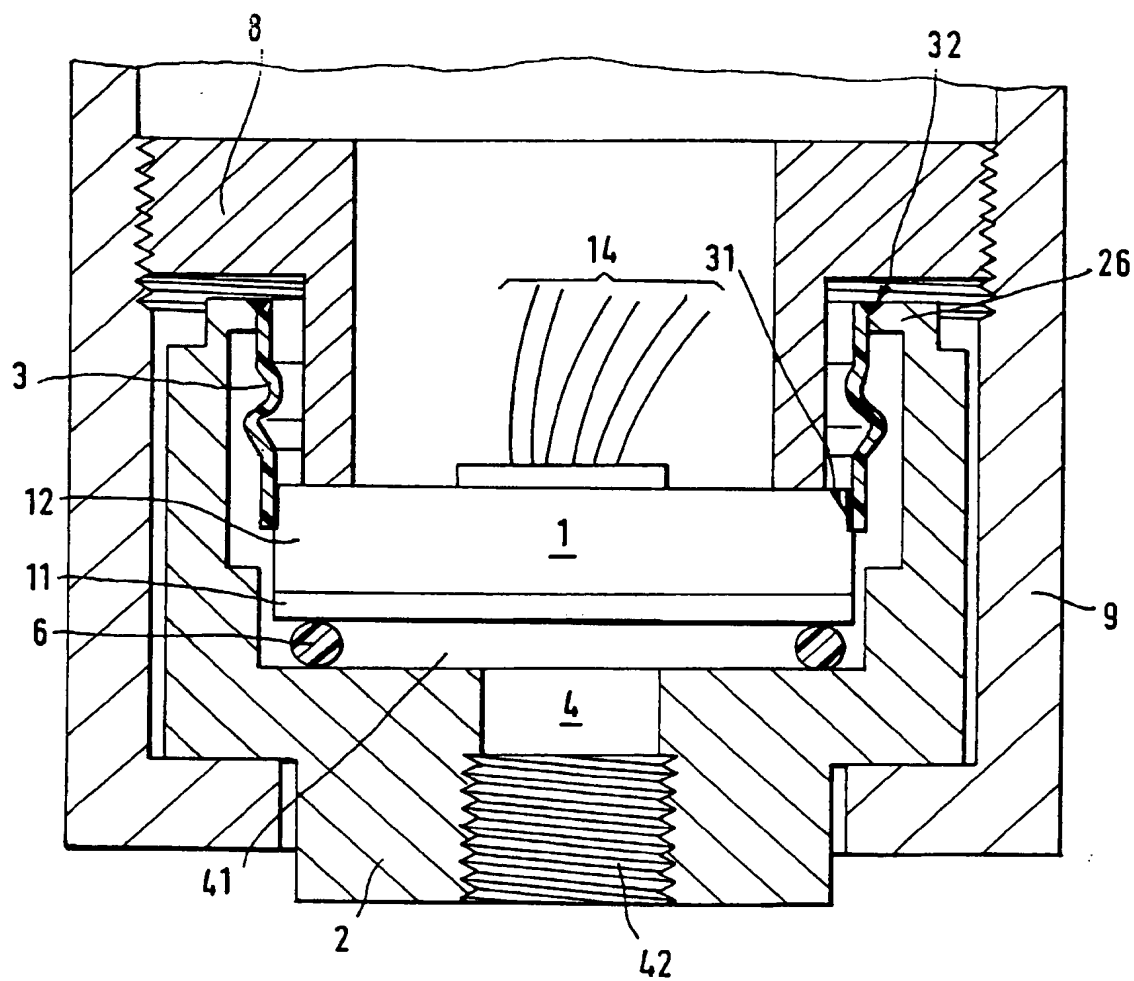
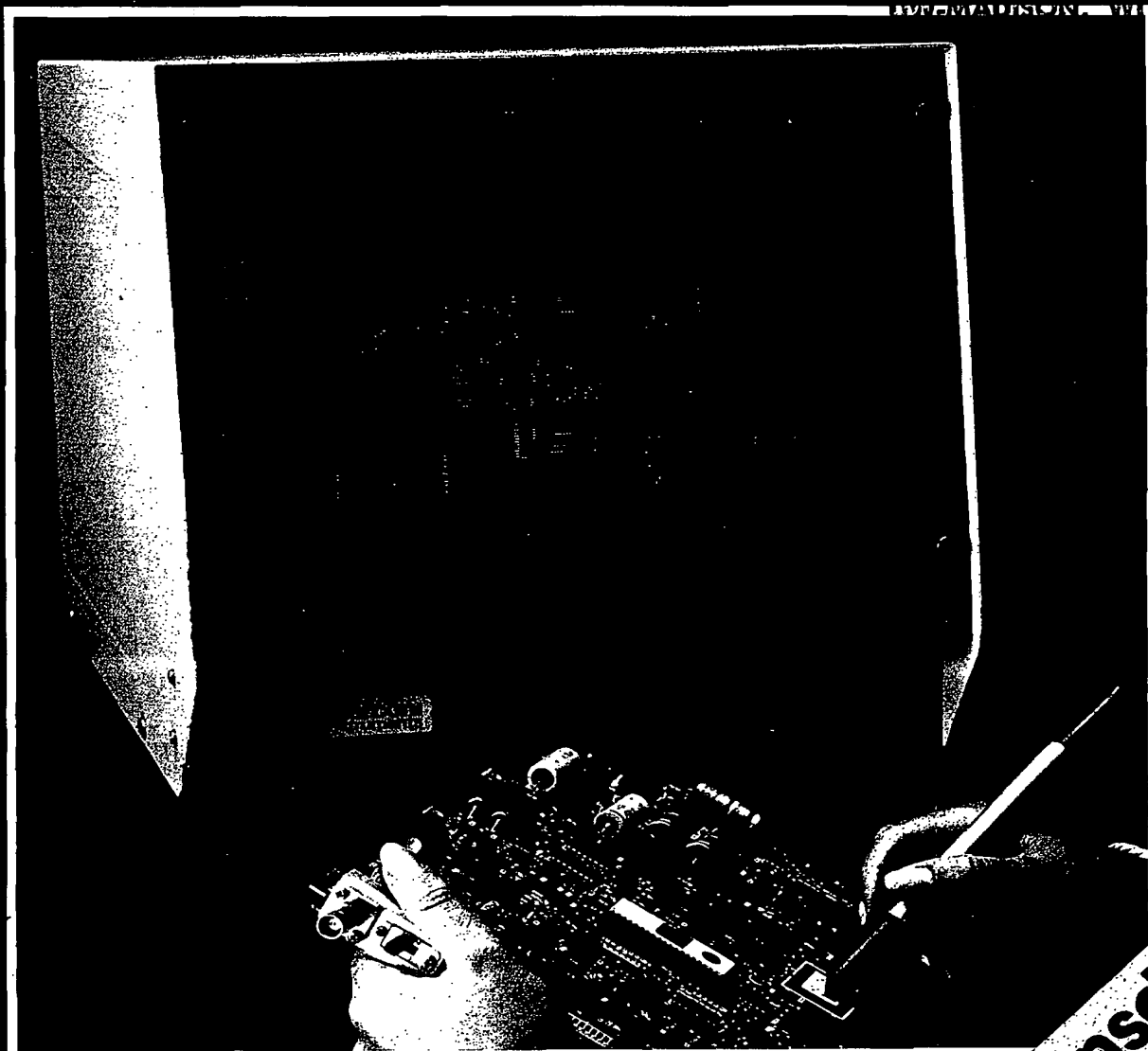


FIG. 7

# electronic engineering

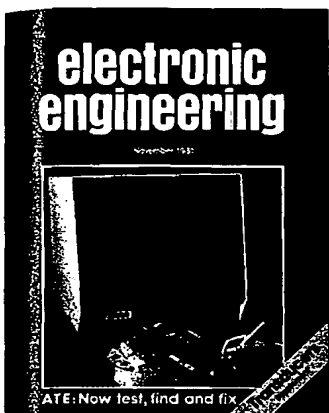
November 1981



**ATE: Now test, find and fix**

**Transducers**  
Supplement

November 1981 Vol 53, No 659



The Marconi Autotest 80 repair station.

5	<b>Opinion</b> Guest Editorial on standards and reliability.
9	<b>Readout</b> IR cuts prices; Are power supply sense lines needed; Long interval timer; Ethernet link; Voice recognition terminal.
19	<b>College Electronics</b> Electronic Engineering industry related activities in European and US Universities, edited by Roger Woolnough.
23	<b>Technology Update</b> 32 channel multiplexer, an advanced mail system; Microprocessor graphics; Image processing.
25	<b>Applied Ideas</b> Serial line fault injector; Talking Calculator; Test point generates characters; Dynamic display of Statistics.
37	<b>Using the TP3100 DLIC</b> Jim Smith discusses the next generation digital line interface controller.
47	<b>The technical boundary between monolithic and hybrid op amps</b> Skolnik and Lindberg compare the merits of monolithic and hybrid op amps.
61	<b>High efficiency power switching devices</b> Brian Taylor discusses the FET-BIPOLAR cascode switch.
72	<b>Product Focus</b> Automatic Test Equipment: Now test, find and repair.
97	<b>New Products and Data</b> Edited by Steven Hynes.
133	<b>Contents — Transducer supplement</b>
191	<b>Classified</b>
192	<b>Advertisers' Index</b>

*Electronic Engineering* is published sixteen times each year on a controlled circulation basis in the United Kingdom only. UK applications for free copies will be considered from designers, engineers, researchers, technical management and approved authorities, in industrial and scientific establishments manufacturing and using electronic components and equipment. It is also available on subscription to others in the UK at £18.00 per annum for sixteen issues. The subscription cost overseas is \$47.50. Single copy price is £2.00 in the UK and £2.00 overseas.

Morgan-Grampian (Publishers) Limited  
Morgan-Grampian House  
30 Calderwood Street London SE18 6QH  
Telephone 01-855 7777  
Telex 896238 (Morgan G)

© 1981 **MG**



**Editor**  
Ron Neale *MInstP*

**Special Features Editor**  
David J. Wilson *BSc*

**Technical Editor**  
George Cipirski

**Products Editor**  
Steven Hynes

**Group Editorial Consultant**  
Lord Avebury *BA CEng*  
*MIMechE MIMC*

**Art Editor**  
Martyn Rowbotham

**Advertisement Manager**  
Liam McCauley

**Advertisement Sales**  
Jeff Wood  
John Kenny  
Trevor Crawford

**Northern Area Manager**  
John Hall

**Circulation Manager**  
G. Chapman

**Correspondents**  
Frank Yeaple (USA)  
Roger Woolnough (UK)

**Publisher**  
Alan Elderfield



# Fluid pressure transducers

**Ernest Bose** describes a silicon based fluid pressure transducer design that avoids earlier problems.

This material may be protected by Copyright law (Title 17 U.S. Code)

## Introduction

The Honeywell 200PC Series pressure transducers, are new piezoresistive devices for the exact measurement of fluid pressures up to 250 psig (1700 kPa). Two ranges 0 to 5 psig (0 to 35 kPa) and 0 to 250 psig (0 to 1700 kPa).

## Sensor

The heart of the 200PC Series is a 0.10 inch square silicon sensor die, shown inset Figure 1. Silicon is chosen for die fabrication because of its nearly perfect elasticity and its suitability for high volume batch processing.

Using integrated circuit technology, four piezoresistors are located within a circular diaphragm area. The diaphragm is created by chemically etching a cavity in the bottom side of the die. Two resistors are located along the diaphragm radius and two others implanted tangentially to the diaphragm radius. As pressure is applied on one side of the diaphragm two of the resistors increase in value while the other two decrease. The change in resistance is linear over a significant applied pressure range, and can easily become several percent of the unstressed resistor value.

## Sensor mounting

The sensor resistors are subject to resistance changes from environmental stresses other than applied pressure. Therefore, they must be mounted in a manner that isolates them from these error generators.

The 200PC Series was designed to circumvent the limitations of earlier devices. The sensor support was redesigned as shown in Figure 1. The support tube was shortened to minimize any gas entrapment and configured with a large flat flange to provide a seal-off surface.

Rather than using a bonding agent to attach the sensor assembly to the device housing, the 200PC is sealed by a compressive force against a standard elastomer O-ring. As noted in Figure 1, the support tube flange is positioned against the underside of a

The author is with Honeywell.

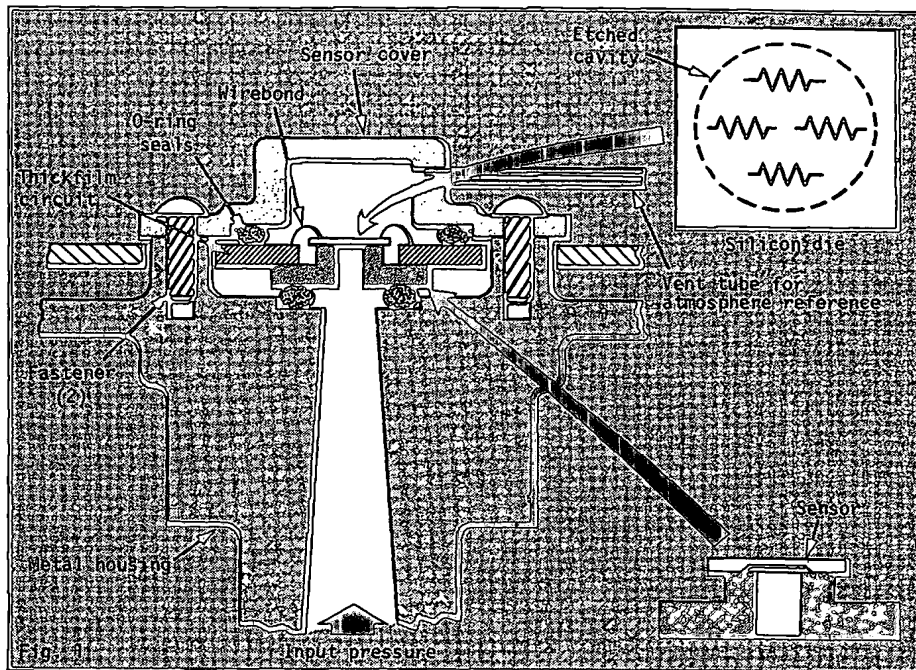


Fig. 1: Cross Section of 200PC Transducer.

ceramic thickfilm circuit. This assembly is set on an elastomer O-ring resting on the transducer housing floor. A second O-ring and a sensor cover are positioned on the top side of the ceramic thickfilm. A compressive force is applied to effect a seal, and two fasteners are employed between the sensor cover and projections in the housing to maintain part position. This construction provides a seal between housing and sensor support tube, and limits input media contact to the desired sensor area.

In effect, the sensor assembly floats between the two resilient O-ring seals. The O-rings isolate the sensor from unwanted signal error contributed by material coefficient of expansion mismatch and surrounding environmental forces.

Input media compatibility is enhanced through O-ring seal material selection. Three materials (Buna-N, Neoprene, and Ethylene propylene) are available as "standard" to interface with most of the common gases and liquids. Additional materials can be substituted to obtain specific media compatibility.

## Temperature compensation

As with all other silicon integrated circuits, the piezoresistive pressure sensor is subject to output changes over temperature. The input-output relationship may be expressed as:  $V_o = V_n(T) + K(T) \cdot P_i$  where  $V_o$  is the output voltage,  $V_n$  is an invariant offset,  $K$  is the pressure sensitivity, and  $P_i$  is the input pressure. Both  $V_n$  and  $K$  are functions of temperature.

The magnitude of the  $V_n$  and  $K$  temperature shift is not predictable to closer than several percent of output. This requires that each device be individually compensated. The necessary compensation, as well as signal amplification to assist in many applications, is provided through addition of a thickfilm circuit deposited on ceramic. This circuit has a pressure invariant term,  $(V_a(T))$  and a gain term  $(G(T))$ . A voltage that changes linearly with temperature  $(V_c(T))$  is generated to compensate the pressure invariant terms  $V_n(T)$  and  $V_a(T)$ . Also,  $G(T)$  is adjusted so the product  $K(T) \cdot G(T) = 1$ . This results in an output voltage proportional to pressure and effectively invariant with temperature. □